

Th 00 12

## Approach of Isolation and Determination of Reservoir Properties Lithotypes Bazhenov Formation at Sredne-Nazymski Field with Limited Well Logging Data

A.M. Kirsanov\* (VNIGNI), R.Y. Bedretdinov (VNIGNI), V.D. Nemova (VNIGNI) & I.V. Panchenko (MIMGO)

### SUMMARY

---

This paper proposes an approach to the reservoir properties definition in Bazhenov Formation on the base of limited well logging data. It is shown that provided reliable identification of potentially productive lithotypes according to the production log and to obtain their detailed properties, according to core studies, the task of interpretation well logging data significantly concretized and can be reduced to conduct cluster analysis to localize productive lithotypes in the cut and determine their individual properties

## **ПРИМЕР ВЫДЕЛЕНИЯ ЛИТОТИПОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ ЕМКОСТНЫХ СВОЙСТВ В ОТЛОЖЕНИЯХ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ СРЕДНЕ-НАЗЫМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПО ДАННЫМ СТАНДАРТНОГО КОМПЛЕКСА ГИС**

*Курсанов А.М. \* (ФГУП «ВНИГНИ»), Бедретдинов Р.Ю. (ФГУП «ВНИГНИ»), Немова В.Д. (ФГУП «ВНИГНИ»), И.В. Панченко (ЗАО «МиМГО»)*

Интерпретация результатов любых исследований в отложениях баженовской свиты задача нетривиальная, требующая тщательного обоснования. Выделения литотипов в разрезе толщи по керновым данным и данным ГИС, а также определение основных петрофизических параметров – не исключение. В данной статье авторами предложен один из возможных вариантов решения данной задачи на основе использования стандартного комплекса ГИС.

При изучении баженовских отложений особую роль играют промыслово-геофизические исследования (в дальнейшем ПГИ). Все скважины с ПГИ и проведенные керновые исследования подтвердили выводы, что на Средне-Назымском месторождении большинство работающих интервалов приурочены к средней части баженовской свиты, расположенной под второй радиоактивной аномалией, где распространены чистые радиоляриты и частично доломитизированные; притоки также получены из нижней части разреза, где распространены маломощные радиоляритовые прослои. Таким образом, установлена продуктивность двух литотипов: радиоляритов и доломитизированных радиоляритов [1].

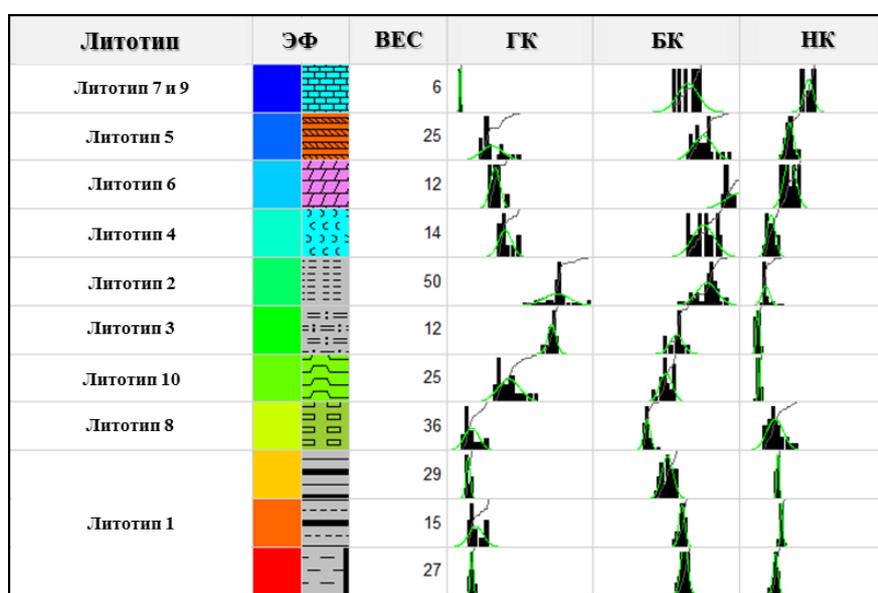
Приуроченность проницаемых (дренируемых) интервалов разреза баженовской свиты к определенным литотипам определяет постановку задачи для интерпретаторов ГИС. На Средне-Назымском месторождении в большинстве скважин в интервале развития баженовской свиты зарегистрирован стандартный комплекс ГИС – ГК, НК, БК, СТ и КВ. С подобным комплексом описывать всю баженовскую толщу не представляется возможным. Поэтому, прежде чем приступить к интерпретации, методом кластерного анализа разрез разделили на электрофации («набор откликов каротажных кривых, характеризующих свойства пород, достаточно различающихся для выделения в отдельный класс». М. Н. Rider, 1996) [4, 5, 6], каждая из которых в дальнейшем рассматривалась, как отдельный объект изучения.

Кластеризация (или кластерный анализ) — задача разбиения объектов множества на группы со схожими свойствами. Применительно к нефтегазовой геологии – классификация разреза на схожие по свойствам группы по данным ГИС. Выполнение кластерного анализа сводится к следующим этапам: выбор опорной скважины и интервалов обучающей выборки (критерий выбора – максимальная представительность литофаций, слагающих изучаемый стратиграфический интервал); определение множества физических параметров (методов ГИС), по которым будет проводиться разделение пород на группы. При необходимости – нормализация промыслово-геофизических данных; выбор алгоритма кластеризации; классификация обучающей выборки по выбранному алгоритму; анализ результатов классификации. При необходимости – редактирование алгоритма; распространение алгоритма за пределы обучающей выборки – как по вертикали, так и по латерали.

В качестве опорной выбрана скважина, в которой представлены все литотипы (рис. 1). Для разделения пород выбраны физические параметры, зарегистрированные в большинстве скважин, – боковой каротаж (БК), интегральная естественная радиоактивность (ГК) и нейтронный каротаж (НК). Уровень записи каротажа проверялся в интервале опорных пластов в нижнемеловых и верхнеюрских отложениях. Для работы выбран метод классификации Multi-Resolution Graph-Based Clustering (многомерная классификация на графах MRGC), реализованный в ПК «Geolog 7» Paradigm - многомерный статистический алгоритм распознавания, основанный на методе К-ближайших соседей. При этом алгоритме анализируется структура обучающей выборки и определяются группы, на которые эти данные естественным образом делятся по значениям входных кривых (БК, ГК и НК). Количество классов зависит только от структуры обучающей выборки. Получены модели 6, 8, 11, 14 и 17 классов.

Получившиеся модели ассоциированы с литотипами, выделенными по керну. В результате принята модель 11 классов (Рис.1), при которой достигается наибольшая сходимость с описанием керна.

В результате кластерного анализа не удалось различить (Рис.2) вторичные известняки и доломиты, заместившие радиоляриты (литотип 7) с карбонатными породами (доломиты и известняки) другого генезиса (литотип 9). Переслаивание глинисто-кремнистых пород с радиоляритами по результатам кластерного анализа ассоциированы с 3 электрофациями. Стоит отметить, что литотип 6 – нефтенасыщенные доломитизированные радиоляриты, которые состоят из кремневых минералов и доломита являются основным перспективным типом пород в разрезе баженовской свиты, а также уверенно выделяются по кластерному анализу в отдельную электрофацию. Но существуют условия, при которых доломитизация практически полностью замещает исходное кремнистое вещество радиоляритов, тогда литотип 6 утрачивает свои ФЕС [3], а по физическим свойствам приближается к бесперспективным вторичным карбонатам, заместившим радиоляриты. В этом случае кластерный анализ автоматически относит породу к электрофации вторичных известняков и доломитов, заместивших радиоляриты.

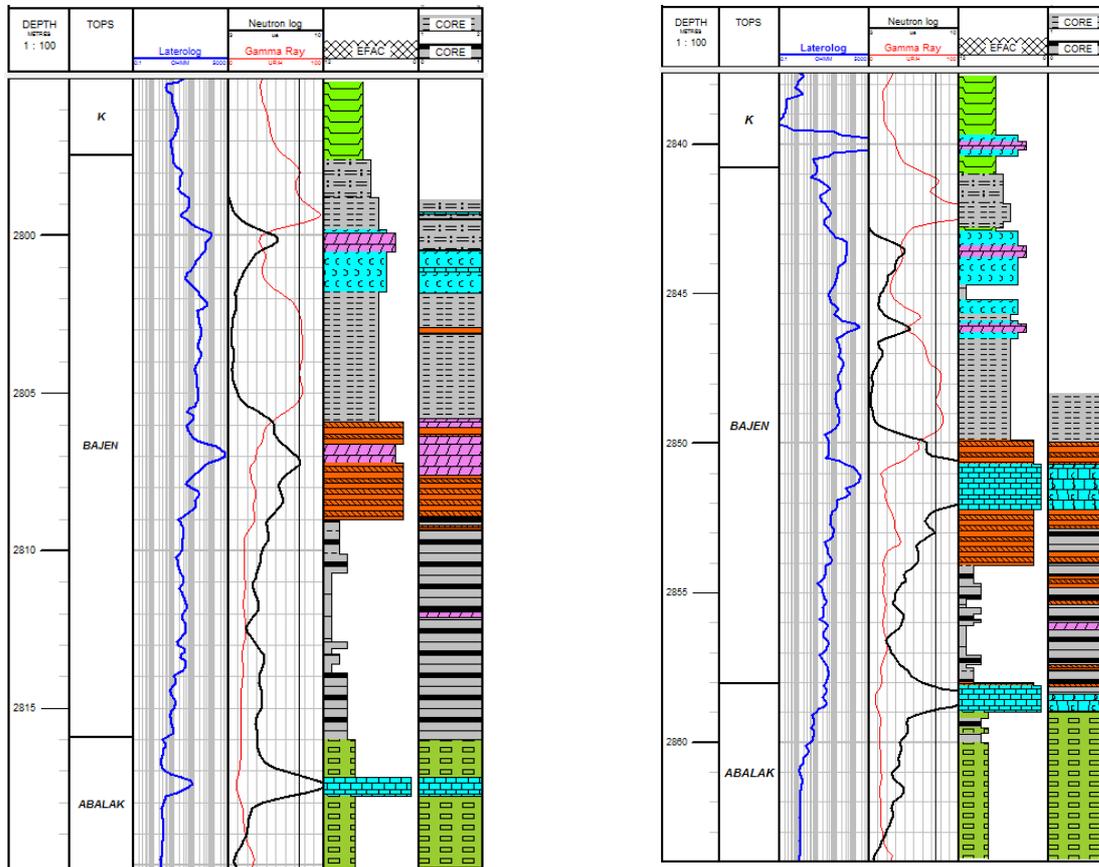


**Рис. 1** Сопоставление литотипов, выделенных по керну, и электрофаций (обозначения литотипов: 1- переслаивание глинисто-кремнистых пород с радиоляритами, 2- керогеново-глинисто-кремнистые породы с двустворками, 3- глинисто-карбонатно-кремнистые породы, пиритизированные, с высоким содержанием керогена, 4- тонкое переслаивание карбонатно-кремнистых пород и известняков, 5- радиоляриты (кремнистые), 6- доломитизированные радиоляриты (доломит-кремнистые, содержание доломита менее 50 %), 7- вторичные известняки или доломиты, заместившие радиоляриты (содержание карбонатных минералов более 50 %), 8- кремнисто-глинистые породы абалакской свиты, 9- карбонатные породы: доломиты и известняки, 10- карбонатные породы: доломиты и известняки).

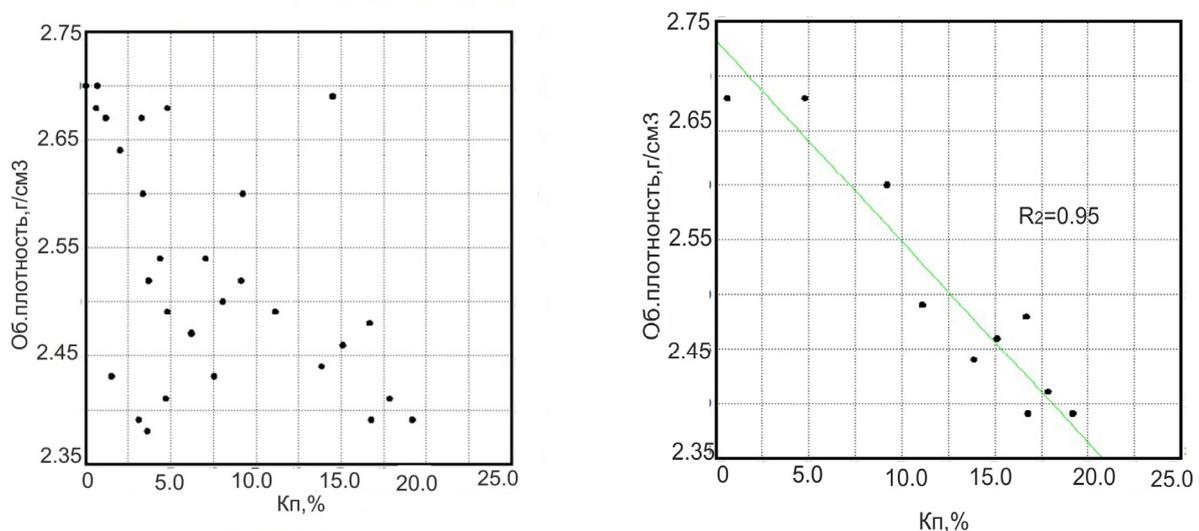
Применение кластеризации разреза позволило анализировать не весь разрез одновременно, а каждый литотип отдельно. В результате, удалось сформировать относительно представительную керновую выборку для радиоляритов и доломитизированных радиоляритов (а также других карбонатных литотипов), отличительными особенностями которых, по сравнению с остальными породами разреза баженовской свиты, являются крайне низкое содержание глинистой примеси - менее 2-3 %, относительно пониженное содержание органического вещества, причем в его составе резко преобладают углеводороды нефтяного ряда, тогда как содержание керогена составляет 2-3% от ОВ, реже – до 5 % [2].

Отсутствие элементов, искажающих водородосодержание, а также незначительная глинистость позволили построить линейную регрессию вида «кern-ГИС» для НК и Кп с высоким коэффициентом

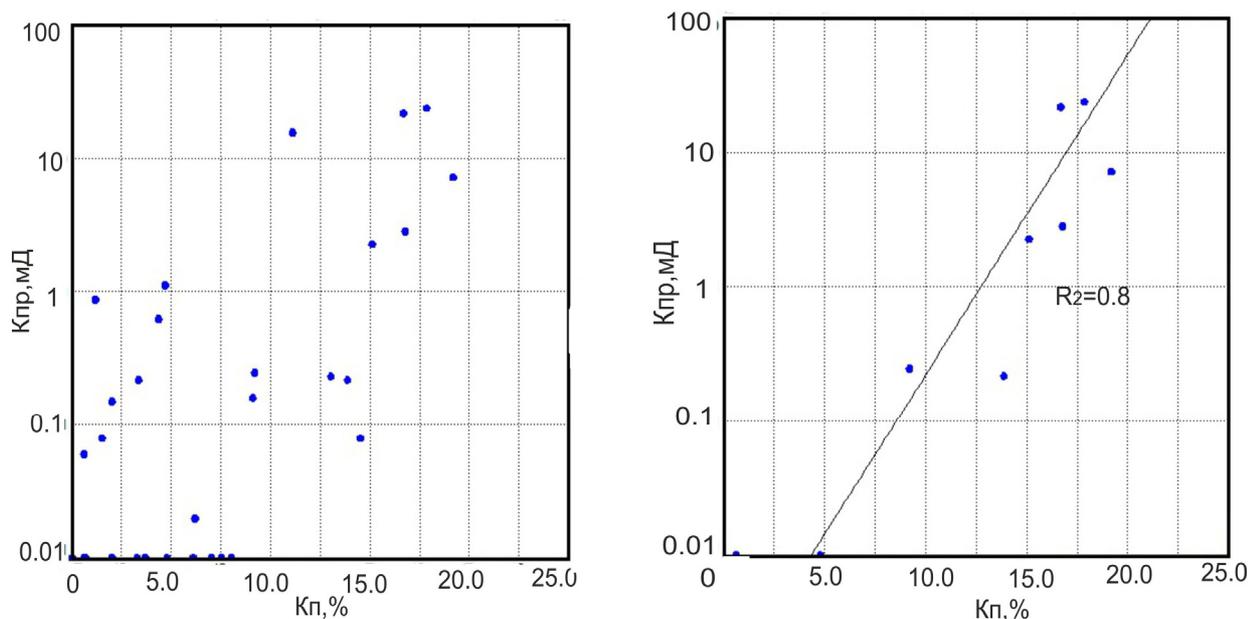
корреляции. Для радиоляритов установлена тесная корреляционная связь между пористостью и объемной плотностью (Рис.3). Аналогичная картина наблюдается и для зависимости пористость-проницаемость: отсутствие тесной корреляционной связи между параметрами наблюдается для всей представленной выборки, тогда как разбиение полученных результатов по литотипам позволяет выявить связь между пористостью и проницаемостью для литотипов, представленных радиоляритами и доломитизированными радиоляритами (рис.4).



**Рис. 2** Сопоставление литологии, полученной по ядру («CORE») с ассоциированными электрофациями в опорной скважине (слева) и по распространенному алгоритму в скважине с высоким выносом ядра (справа).



**Рис. 3** Кроссплот плотность - пористость. (слева) – вся выборка; (справа) – радиоляриты.



**Рис. 4** Кроссплот пористость-проницаемость. (слева) – вся выборка; (справа) – радиоляриты.

Таким образом, при отсутствии расширенного комплекса, задача интерпретации ГИС может быть решена на основании разделения пород баженовской свиты на литотипы и рассмотрения каждого из них в отдельности, с использованием предложенного авторами алгоритма:

- выделение наиболее перспективных пород: на основании исследований ядра и ПГИ на Средне-Назымском месторождении установлено, что продуктивны радиоляриты и доломитизированные радиоляриты;
- проведение литотипизации отложения баженовской свиты с использованием алгоритма Multi-Resolution Graph-Based Clustering по кривым БК, НК и ГК;
- для продуктивных литотипов получение линейных регрессий с высокими коэффициентами корреляции между пористостью и проницаемостью по ядру, и между показаниями нейтронного каротажа и пористостью по ядру, которые позволяют оценить фильтрационно-емкостные свойства.

## Литература

1. Немова В.Д., Гаврилов С.С. Исследования ядра отложений баженовского горизонта, как основа для интерпретации данных сейсморазведки// Сборник статей «Петрофизика сложных коллекторов: проблемы и перспективы 2014». М.: ООО «EAGE Геомодель», 2014 г. С.212-230. – ISBN 978-94-6282-030-2.
2. Немова В.Д., Дахнова М.В., Гаврилов С.С. Литолого-геохимические исследования отложений баженовской свиты в свете проблематики ее разработки. //Тезисы конференции «Тюмень-2013». - Тюмень. – 2013.
3. Немова В.Д., Колосков В.Н., Гаврилов С.С., Покровский Б.Г. Стадийность и направленность вторичных преобразований пород-коллекторов нижнетутлеймской подсвиты на западе Широкого Приобья // Геология нефти и газа, №6, 2010 г. С.22-28.
4. Еникеев Б.Н. Системный подход к статистической интерпретации геофизических данных в задачах с априорно известной структурой многомерных моделей.Тезисы семинара «Применение математических подходов и ЭВМ в геологии» Алма-Ата 1974, С. 85-87.
5. V.Abrar “ Integration of Log Data Analysis and Facies Core to Define Electrofacies Using Multi Resolution Graph-based Clustering
6. Ye, S.J. And Rabiller, Ph., 2000, A New Tool For ElectroFacies Analysis: Multi-Resolution Graph Based Clustering”, paper, SPWLA 41st Annual Logging Symposium, June 4-7.