



МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИТОТИПОВ ОТЛОЖЕНИЙ ДОЮРСКОГО ВОЗРАСТА НА ТЕРРИТОРИИ ЯНАО ПО ДАННЫМ ГИС

Д. М. Касимов¹, В. В. Машьянов¹, М. М. Касимов²

¹НАО «СибНАЦ», Тюмень, Россия; ²Многопрофильный колледж «ТИУ» Тюмень, Россия

Разделение на литотипы отложений доюрского возраста и выделение коллекторов в сложнопостроенных формациях весьма актуально. Традиционные методики обработки геолого-геофизической информации, применяемые к осадочным породам, мало эффективны при сложном строении геологического разреза вследствие его разнообразного литологического состава и пустотного пространства, которые осложняют интерпретацию методов геофизических исследований скважин.

Ключевые слова: отложения доюрского возраста, комплекс ГИС, литологические разности, фильтрационно-емкостные свойства, керн, петрофизика, химический анализ, кремнезем.

METHODS OF DETERMINATION OF PRE-JURASSIC DEPOSIT LITHOTYPES BY WL METHODS ON THE YANAO TERRITORY

D. M. Kasimov¹, V. V. Mashianov¹, M. M. Kasimov²

¹NAO "SibNATs", Tyumen, Russia; ²TIU Multidisciplinary college, Tyumen, Russia

The division into lithotypes and identification of reservoirs in complex formations of pre-Jurassic deposits is of current interest. Traditional methods of geological and geophysical (WL) information processing inherent in sedimentary rocks are not very effective in a complex geological section due to the diverse lithological composition and void space which complicate the interpretation of WL methods.

Keywords: pre-Jurassic deposits, well logging suite, lithologic varieties, reservoir properties, core, petrophysics, chemical analysis, silica.

DOI 10.20403/2078-0575-2019-1-47-50

Охарактеризованность разреза доюрского фундамента методами ГИС

Успешность поставленных задач в обработке материалов ГИС зависит от комплекса применяемых методов и петрофизического обеспечения, поэтому ограниченность комплекса создает трудности при определении литологических разностей и оценке фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) горных пород.

В целом комплекс геологических исследований скважин, вскрывших палеозойские отложения на изучаемой территории, полнота его выполнения и качество лишь по отдельным скважинам дает возможность с необходимой точностью выделять коллекторы и определять их подсчетные параметры для конкретных типов пород и условий формирования последних (доломитизация известняков). Только применение разработанных новых методов с большим радиусом исследования, методических приемов проведения ГИС, выделение участков разреза с наличием потенциальных коллекторов (фон-повтор измерения по времени, смена раствора и др.) позволяют успешно решать поставленные задачи.

В рассматриваемых отложениях наблюдается значительное количество литологических разностей, что выходит за рамки возможностей имеющихся геофизических методов и методик выявления этих разностей. Указанная задача в принципе трудно решаемая. Вследствие ограниченного комплекса ГИС возникают трудности при определении подсчетных параметров, особенно в условиях слож-

ного геолого-геофизического разреза, для пород которого характерна порово-кавернозно-трещинная пористость. Лишь некоторые методы позволяют ее определить с требуемой достоверностью. Пористость различного типа (поровая, каверновая и трещиноватая) в подобных условиях оценивается в основном с привлечением четырех методов ГИС (боковой каротаж БК, гамма-каротаж ГК, плотностной гамма-гамма-каротаж ГГК-П, акустический каротаж АК) путем решения совместной системы уравнений. Исключение из комплекса ГИС хотя бы одного из этих методов существенно понижает достоверность получаемых результатов. При подсчете запасов для определения общей пористости пород наиболее информативен ГГК-П как наиболее достоверный при любых сочетаниях строения коллекторов (рис. 1).

При проведении комплекса ГИС в доюрском фундаменте первоначально регистрируются кривые БКЗ, МКЗ, БМК+МКВ, БК, ИК, КВ (стандартный комплекс ГИС), позволяющие получить необходимые сведения о состоянии ствола скважины, околоскважинного пространства и определить удельные электрические сопротивления (УЭС) пластов в радиальном направлении. Методы, позволяющие определить литологическое строение пород и их пористость (ГК, НГК, НКТ, АК, ГГК-П), применялись, как правило, в конце основных исследований, поскольку на их результаты меньше влияют промысловые жидкости и их фильтраты. Причем в 34 % исследованных скважин был проведен наиболее полный комплекс ГИС, включая методы НКТ или

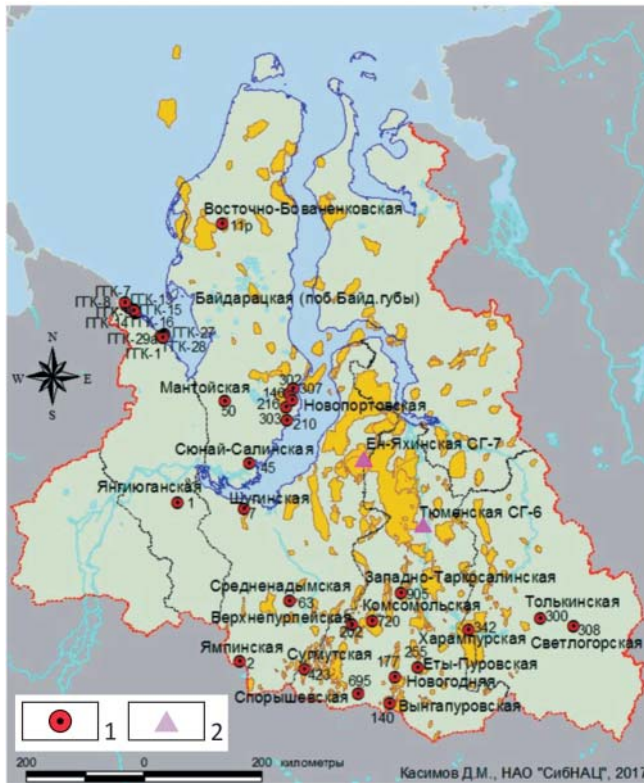


Рис. 1. Скважины, охарактеризованные ГГК-П в интервале доюрских отложений на территории ЯНАО
Скважины: 1 – с ГГК-П, 2 – сверхглубокие

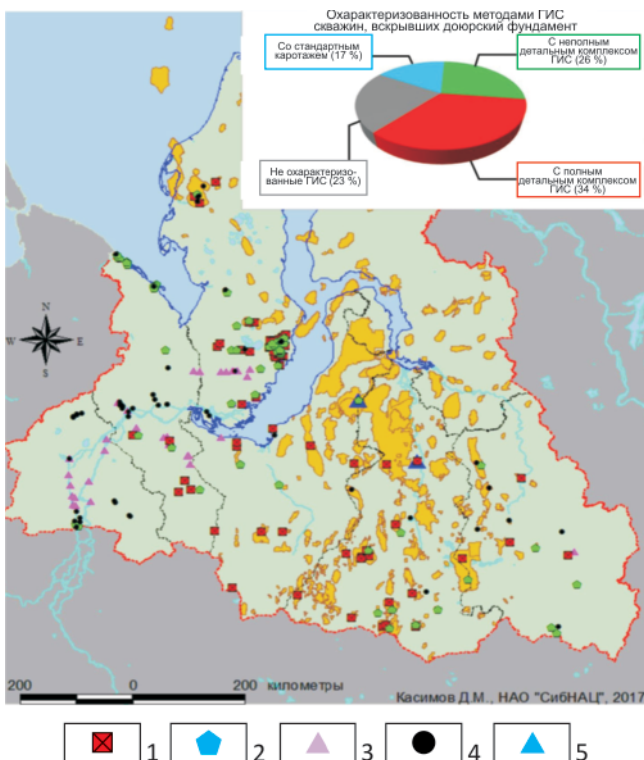


Рис. 2. Охарактеризованность методами ГИС скважин, вскрывших доюрский фундамент (палеозойские, включая пермо-триасовые, отложения – красноселькупская и тиутейская серии)
Скважины: 1 – с полным детальным комплексом ГИС, 2 – с неполным детальным комплексом ГИС, 3 – со стандартным ГИС, 4 – не охарактеризованные ГИС, 5 – сверхглубокие

НГК (нейтронный метод по тепловым нейтронам, нейтронный гамма-метод), позволяющие оценить водородосодержание исследуемого разреза

По полноте проведенного комплекса ГИС скважины, вскрывшие фундамент, были разделены на четыре группы: 1) без ГИС; 2) со стандартным каротажем; 3) с неполным комплексом ГИС; 4) с полным детальным комплексом ГИС (рис. 2). Для четвертой группы были подобраны основные методы, существенно не снижающие информативность дальнейшей интерпретации: БК, ГК, НГК, НКТ, ГГК-П либо АК (с регистрацией временных (Δt , t_1 , t_2) и амплитудных (A_1 , A_2) характеристик распространения упругих волн), кавернометрия (за исключением Новопортовской площади). Остальные методы второстепенны при литологическом расчленении и оценке коллекторских свойств.

Петрофизические особенности разреза

По данным СибНАЦ, на территории ЯНАО до 2016 г. глубоким бурением, включая колонковое, охарактеризовано 229 скважин, вскрывших доюрский фундамент (палеозойские и пермо-триасовые (красноселькупская и тиутейская серии) отложения). Проходка с отбором керна по всем скважинам составила 15600 м, вынос керна – 3561 м, или 22,8 % (рис. 3). Охарактеризованность керном палеозойских отложений по сравнению с вышележащими невысокая. По-видимому, это связано с конструктивной особенностью кернаприемников, несоблю-

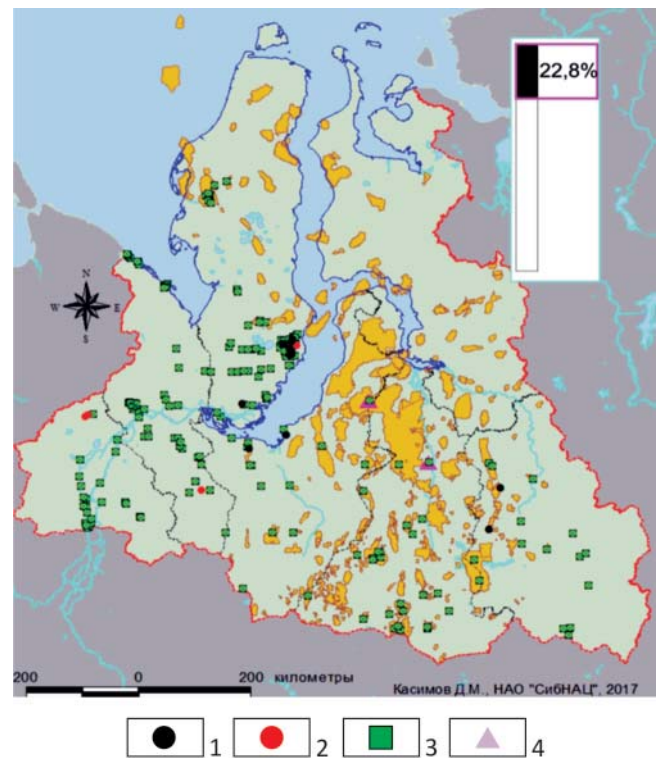


Рис. 3. Охарактеризованность керном скважин, вскрывших доюрский фундамент (палеозойские, включая пермо-триасовые, отложения – красноселькупская и тиутейская серии)
Скважины: 1 – без керна, 2 – с упоминаемым описанием керна, 3 – с керном, 4 – сверхглубокие



дением технологии режимов бурения при отборе керн и желанием пробурить осадочные отложения как можно глубже с целью добычи углеводородов.

Качество описания палеозойских пород на разных этапах исследований существенно различается, что, возможно, связано с низкой квалификацией персонала.

Например, в Западно-Новогодней скв. 210 в интервале отбора керн при полевом и лабораторном анализе выявлены аргиллиты и конгломераты, при литолого-минералогическом анализе – карбонатные отложения, а при химическом (силикатном) анализе – базальты. Такое сумбурное описание горных пород вызывает сомнения в правильности полевого описания керн, поскольку при полевых работах нет возможности провести лабораторные и последующие (петрографические, геохимические и ядерные) анализы. В Западно-Таркосалинской скв. 99 также отмечены разногласия в характеристике керн: по полевому описанию разрез представлен базальтами, по лабораторному – пористыми карбонатами, а в соседней Западно-Таркосалинской скв. 905 были выявлены базальты. Поэтому и для скв. 99 приняты базальты, а лабораторное описание игнорируется. Кроме того, базальты выбраны еще и из-за наличия кальцитизированных трещиноватых прослоев в их основной толще.

Петрофизическое обеспечение интерпретации материалов ГИС предусматривает определение следующих свойств керн: УЭС, акустических (время пробега продольных и поперечных волн, амплитудных характеристик), ядерно-физических (суммарного водородосодержания, водородосодержания единицы твердой фазы), естественной радиоактивности конкретного литотипа пород, его плотностных, физико-механических и коллекторских характеристик. Предусмотрены также детальный минеральный и химический анализы каждого литотипа пород.

Комплекс петрофизических исследований керн позволил бы определить взаимосвязи физических

характеристик и состава пород, а также связи состава коллекторов с лабораторными аналогами геофизических параметров (связи «керна – керн»), и на конечном этапе построить зависимости «керна – ГИС» для каждого литотипа отложений доюрского возраста.

Такие экспериментальные работы ранее не проводились. Имеющейся охарактеризованности керн лабораторными исследованиями для разделения пород на литотипы по данным ГИС и выделения пород-коллекторов недостаточно. Таким образом, необходимы серьезные исследования по отбору керн, надежному его описанию и определению свойств на стадии геолого-разведочных работ.

При ограниченном количестве данных по керну можно применить алгоритм из работы [1], который реализуется в такой последовательности:

- выбор наиболее подходящего описания керн, характерного для данного участка разреза (с учетом корреляции с соседними скважинами);
- снятие значений показаний всех методов ГИС по глубине отбора керн;
- расчет относительных параметров по ГК и НГК (ННК);
- разделение полученных параметров в соответствии с литотипом путем применения топологического и кластерного анализов.

Анализ полученного массива данных по 108 скважинам показал, что многообразие магматических пород фундамента не позволяет провести детальное литологическое расчленение с использованием данных ГИС.

Породы различного состава, но принадлежащие к одним и тем же ассоциациям, могут иметь одни и те же геофизические параметры (УЭС, гамма-активность, водородосодержание, плотностные характеристики), поэтому целесообразно разделить их на группы по содержанию кремнезема (SiO_2) [2] и использовать ГК как первостепенный геофизический метод. Радиоактивность магматических пород

Охарактеризованность доюрских отложений на территории ЯНАО лабораторными исследованиями

Скважина	K_n	K_n по воде	$K_{пр}$	$K_{вс}$	Плотность		Карбонатность
					объемная	минеральная	
Верхнеречинская 1	+	–	–	–	+	–	+
Восточно-Салехардская 1	+	–	–	–	+	–	+
Западно-Новогодняя 210	+	–	–	–	+	–	+
Западно-Таркосалинская 905P	–	+	+	–	+	+	–
Черничная 46	+	–	–	–	+	–	+
Комсомольская (Пякупурская) 199	+	–	–	–	+	–	–
Северо-Толькинская 304	+	–	–	–	+	–	+
Сюнай-Салинская 43	+	–	–	–	+	–	+
Уренгойская 673	+	–	+	–	+	–	+
Харампурская 342	–	–	+	+	–	+	–
Южно-Русская 21	+	–	–	–	+	–	+
Ярудейская 4	+	–	+	–	+	–	+
Ярудейская 5	+	+	+	+	+	+	+
Шугинская 7	+	–	+	–	+	+	+

Примечания. K_n – коэффициент пористости, $K_{пр}$ – коэффициент проницаемости, $K_{вс}$ – коэффициент водоудерживающей способности.

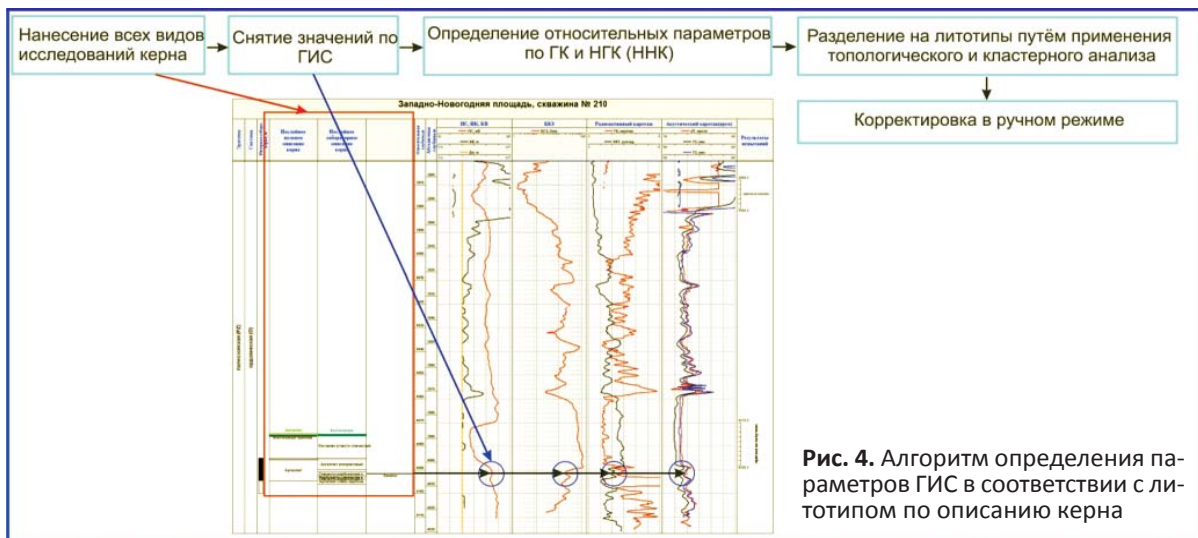


Рис. 4. Алгоритм определения параметров ГИС в соответствии с литотипом по описанию ядра

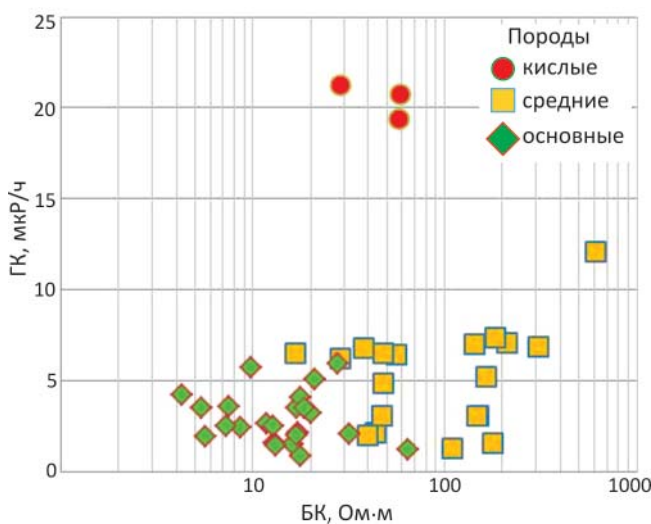


Рис. 5. Разделение пород на литотипы по методам ГК и БК

обусловлена прежде всего содержанием урана и тория и пропорциональна росту концентрации SiO_2 . В связи с этим предлагаемый метод может быть успешным как один из критериев разделения на литотипы (ультраосновные, основные, средние и кислые породы) [2]. На рис. 5 показано разделение пород по методам ГК и БК для территории ЯНАО.

С изменением количества кремнезема от основных до кислых пород варьируют значения плотности и пористости [2], что может привести к изменению УЭС.

Для подтверждения связи гамма-метода с содержанием кремнезема необходимо изучить эти отложения гамма-спектральным методом, позволяющим более обоснованно разделить магматические породы на классы по содержанию кремнезема [2].

Выводы

Выполнен анализ всех необходимых фактических данных для решения задачи деления пород на литотипы по данным ГИС. Его результаты убе-

дительно показывают, что решение этой задачи невозможно на современной стадии петрофизической изученности и выполненного комплекса ГИС.

В статье показан путь решения указанной задачи на основе применения силикатного анализа пород и гамма-спектрометрического метода ГК и тщательной увязки полевого испытания ядра с лабораторными исследованиями.

Авторы выражают признательность за содействие Ф. Я. Боркуну и Е. В. Смирновой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смирнова Е. В., Боркун Ф. Я., Богомаз Е. Ф. Методическое обоснование литологического расчленения геологического разреза и выделения коллекторов в доюрском фундаменте Западной Сибири по данным геофизических исследований скважин // Геология, геофизика и минеральное сырье: матер. 2-й науч.-практ. конф. Т. 1 – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2015. – С. 88–89.
2. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых (петрофизика). Справочник петрофизика / ред. Н. Б. Дортман. – М.: Недра, 1976. – 527 с.

REFERENCES

1. Smirnova E.V., Borkun F. Ia., Bogomaz E.F. [Methodological substantiation of the lithological dissection of the geological section and the selection of reservoirs in the pre-Jurassic basement of West Siberia according to the well logging data]. *Geologiya, geofizika i mineral'noe syr'e. Materialy 2-y nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Geology, geophysics and mineral resources. Proceedings of the 2nd scientific conference]. Novosibirsk, SNIIGiMS Publ., 2015, pp. 88–89. (In Russ.).
2. *Fizicheskiye svoystva gornykh porod i poleznykh iskopayemykh (petrofizika). Spravochnik petrofizika* [Physical properties of rocks and minerals (petrophysics). Handbook of Petrophysicist]. Moscow, Nedra Publ., 1976. 527 p. (In Russ.).

© Д. М. Касимов, В. В. Машьянов, М. М. Касимов, 2019