

DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/15_2018

УДК 550.832:552.578.3(571.1)

Федосеев А.А., Глинских В.Н., Казаненков В.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук (ИНГГ СО РАН), Новосибирск, Россия; Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, Новосибирск, Россия, FedoseevAA@ipgg.sbras.ru, GlinskikhVN@ipgg.sbras.ru, KazanenkovaVA@ipgg.sbras.ru

ОТНОСИТЕЛЬНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ПОРОДООБРАЗУЮЩИХ КОМПОНЕНТОВ И ОСНОВНЫЕ ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ТИПЫ ПОРОД БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ И ЕЁ СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ АНАЛОГОВ ПО ДАННЫМ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН И КЕРНА

В настоящее время не существует общей теоретико-методической базы для комплексной обработки данных геофизических исследований скважин в интервалах баженовской свиты, включая литологическую интерпретацию. Приведена методика проведения литологической интерпретации данных геофизических исследований скважин (с использованием каротажных комплексов СКЛ) в интервалах нетрадиционных коллекторов баженовской свиты. Представлены объёмные модели относительного содержания породообразующих компонентов баженовской свиты и нижнетурлеймской подсвиты в разрезах более трёх десятков скважин в центральных районах Западно-Сибирского осадочного бассейна. На основе новой классификации пород баженовской свиты по соотношению четырёх породообразующих компонентов выделены её основные литологические типы. Построена схема корреляции разрезов баженовской свиты и нижнетурлеймской подсвиты, отмечены особенности изменения строения разрезов по латерали.

Ключевые слова: баженовская свита, геофизические исследования скважин, каротажный комплекс СКЛ, литологическая интерпретация, породообразующие компоненты, литологический тип, корреляционная схема.

Введение

Получение в 1967 г. из баженовской свиты (БС) фонтанирующего притока высококачественной нефти на Салымском месторождении вызвало повышенный интерес геологов к природе и механизму образования нетрадиционного баженовского типа коллектора.

С начала 70-х гг. прошлого столетия в публикациях Ф.Г. Гурари, В.М. Добрынина, Т.В. Дорофеевой, Ю.Н. Занина, М.Ю. Зубкова, Т.Т. Клубовой, А.Э. Конторовича, И.И. Нестерова, В.П. Сонич, В.В. Хабарова, Э.М. Халимова и многих других приводятся данные о строении, вещественном составе, физических свойствах, генезисе пород БС и геохимии органического вещества (ОВ), рассматривается модель формирования коллектора и нефтяной залежи [Новиков, Салманов, Тянь, 1970; Конторович и др., 1971; Гурари, Гурари,

1974; Хабаров и др., 1980; Халимов, Мелик-Пашаев, 1980; Гурари, 1981; Добрынин, 1982; Зарипов, Сонич, Зубков, 1982; Дорофеева и др., 1983; Нестеров, 1985; Клубова, 1988; Зубков, 1999; Занин, Замирайлова, Эдер, 2005].

В последние годы в связи с достигнутым успехом масштабной разработки залежей сланцевой нефти в США активизировались исследования нефтеносности БС и её стратиграфического аналога – нижнетутлеймской подсвиты, как нетрадиционного источника значительных ресурсов углеводородного сырья в Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.

Эти исследования, конечной целью которых является создание технологических решений для эффективной разработки залежей БС, инициированы крупными нефтяными компаниями – ПАО «НК «Роснефть», ПАО «Газпром нефть», ОАО «Сургутнефтегаз», ПАО «ЛУКОЙЛ», имеющими на балансе запасы в пласте Ю₀. Нефтяные компании, используя разные методические подходы в изучении нефтеносности БС, проводят исследования как самостоятельно, так и в партнёрстве с научными организациями. Следует отметить, что продуктивность БС вместе с нижнетутлеймской подсвитой в настоящее время доказана на более чем 90 месторождениях, большая часть которых расположена в Среднеобской, Фроловской и Красноленинской нефтегазоносных областях.

Осадки БС и тутлеймской свиты занимают площадь более 1 млн. км², они накапливались в центральной, наиболее глубокой, части титон – раннеберриасского морского бассейна [Брадучан и др., 1986; Конторович и др., 2013].

Согласно структурно-фациальному районированию келловя и верхней юры БС распространена на территории четырёх фациальных районов - Фроловско-Тамбейского, Пурпейско-Васюганского, Омского и Сильгинского, нижнетутлеймская подсвита развита в восточной части Казым-Кондинского района [Решение..., 2004].

БС сложена высокоуглеродистыми чёрными с коричневатым оттенком кероген-глинисто-силицитовыми породами, массивными, листоватыми, плитчатыми, с прослоями радиоляритов, глинистых известняков, останками морских фоссилий [Шурыгин и др., 2000; Конторович и др., 2013]. Одной из характерных особенностей БС является высокая степень неоднородности состава, обусловленная изменением содержания по разрезу глинистого, кремнистого, карбонатного материалов и ОВ. Содержание ОВ в верхней и средней частях разреза свиты в породах смешанного состава достигает 20% и более, что в несколько раз превышает его содержание в разрезах стратиграфических аналогов БС, распространённых по периферии бассейна. На границах с вмещающими толщами доля терригенной алевритоглинистой составляющей существенно возрастает.

В ИНГГ СО РАН выполнены комплексные лабораторные литологические,

геохимические и петрофизические исследования кернового материала, по результатам которых предложена новая классификация типов пород БС [Конторович и др., 2016]. В её основу положены результаты аналитического определения химического и минералогического составов более 400 образцов керна из 15 скважин, пробуренных на территории центральной части Западной Сибири. Выделено 4 основных класса пород, разделенных на 16 подклассов. Введено понятие микститов – литологических типов (литотипов) пород, в которых содержание ни одного из породообразующих компонентов не достигает 50 %.

В связи с тем, что разрезы БС слабо охарактеризованы керновым материалом, необходимо уделять большое внимание развитию методического обеспечения литологической интерпретации данных геофизических исследований скважин (ГИС). Это даёт возможность определять соотношения основных породообразующих компонентов и выделять литологические типы пород в интервалах БС и её стратиграфических аналогов с целью выявления особенностей распределения литотипов в разрезах и закономерностей изменения их по площади. Актуальность настоящего исследования определяет отсутствие общей теоретико-методической базы для комплексной обработки данных ГИС в интервалах БС, включающую литологическую интерпретацию. В статье приведено методическое обеспечение этой интерпретации данных ГИС для определения вещественного состава и выделения литотипов пород БС по ГИС в центральных районах Западной Сибири на основе построения моделей относительного содержания породообразующих компонентов и новой классификации пород БС.

Об аппаратных комплексах СКЛ для каротажа нефтяных и газовых скважин

За последние годы произошло существенное развитие скважинной геофизической аппаратуры, появились новые приборы, обладающие высокой точностью измерений при синхронном каротаже на кабеле и бурильных трубах. Одними из современных программно-аппаратурных комплексов для изучения геологических разрезов сложного строения являются комплексы СКЛ, разработанные в Научно-производственном предприятии геофизического оборудования «ЛУЧ» совместно с ИНГГ СО РАН (г. Новосибирск). Эти приборы предназначены для каротажа в открытом стволе глубоких скважин, проходка которых выполнена на глинистом и биополимерном растворах. Каротажные комплексы СКЛ представлены тремя основными модификациями. Комплекс СКЛ-76 предназначен для изучения геологических разрезов вертикальных скважин (рис. 1); СКЛ-А-102 – автономный комплекс для изучения горизонтальных и наклонно-направленных скважин; СКЛ-А-160 – для каротажа в процессе шаблонирования – обязательной технологической операции подготовки скважины к спуску эксплуатационной колонны.

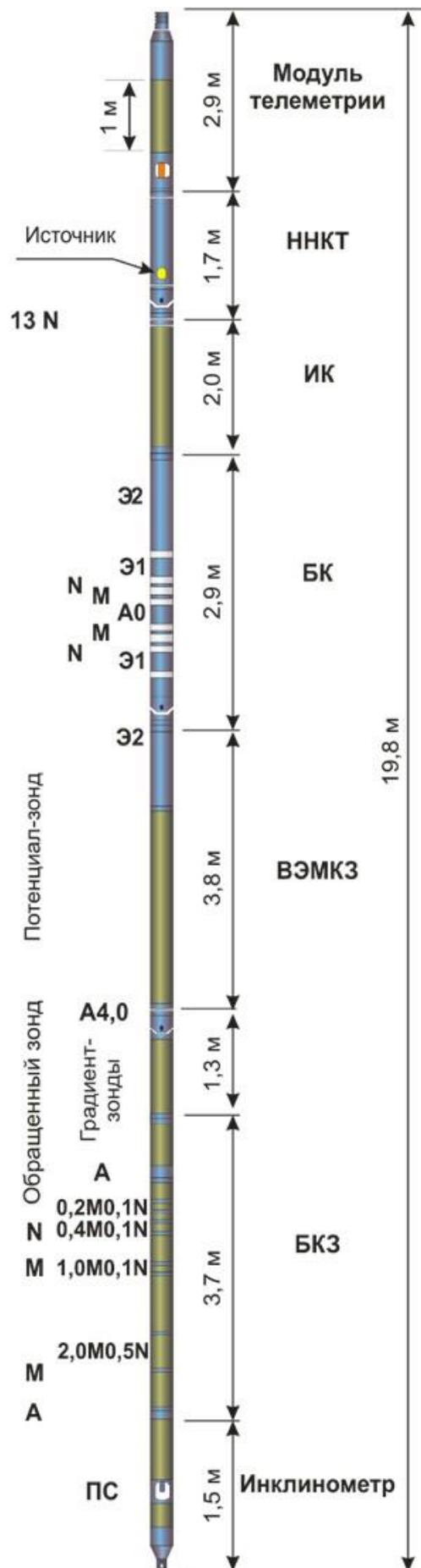


Рис. 1. Схема аппаратного комплекса СКЛ-76 для каротажа на кабеле

Эти комплексы спроектированы таким образом, что при минимальной длине в их составе представлен расширенный набор методов ГИС, включающий:

- гальванические методы электрометрии: потенциал самополяризации (ПС), боковой каротаж (БК), боковое каротажное зондирование (БКЗ);
- индукционные методы электрометрии: высокочастотное индукционное каротажное изопараметрическое зондирование (ВИКИЗ) и его расширенная модификация (ВЭМКЗ); низкочастотный индукционный каротаж (ИК);
- ядерные методы: гамма-каротаж (ГК), гамма-гамма каротаж плотностной (ГГК-П), нейтрон-нейтронный каротаж по тепловым нейтронам (ННК-Т);
- термометрия, резистивиметрия, инклинометрия (азимут, зенитный угол).

За одну спускоподъёмную операцию с использованием комплексов СКЛ выполняется измерение более 50 физических характеристик.

В настоящее время для комплексов СКЛ наиболее широко развито программно-методическое обеспечение количественной интерпретации данных электромагнитного и электрического каротажа [Эпов, Глинских, 2003, 2004; Эпов и др., 2012; Глинских, Никитенко, Эпов, 2013а, 2013б; Глинских, Нестерова, Эпов, 2014; Эпов и др., 2015; Михайлов и др., 2017]. Поскольку с использованием комплексов СКЛ все измерения проводятся за одну спускоподъёмную операцию, численная инверсия данных ГИС выполняется в рамках единой интерпретационной модели, что обеспечивает повышение точности результатов интерпретации, включая расчленение геологического разреза, определение границ пластов, выделение коллекторов и оценку характера их насыщения. За счёт выполнения совместной численной инверсии данных ГИС и отсутствия необходимости в их увязке между собой задача оценки объёмного содержания породообразующих компонентов может быть эффективно решена с помощью комплексов СКЛ.

Объёмные модели относительного содержания породообразующих компонентов по данным ГИС и керна в интервалах БС

Литологическая интерпретация состоит в определении относительного содержания породообразующих компонентов с построением объёмной модели. Алгоритм построения объёмной модели осуществляется с помощью численной инверсии данных ГИС с привлечением результатов исследований керна. Многими исследователями для изучения геологических объектов сложного минерального состава использовались различные способы, в том числе многомерного анализа [Еникеев, 1974; Вендельштейн, Резванов, 1978; Еникеев и др., 2014]. Наиболее широкое применение получил способ расчёта объёмного содержания

минеральных компонентов горной породы по комплексу данных ГИС на основе решения системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) [Moss, Harrison, 1985; Mitchell, Nelson, 1988, 1991; Doveton, 1994; Петерсилье, Пороस्कун, Яценко, 2003; Куляпин, Соколова, 2015; Калмыков, 2016]:

$$f_k = \sum_{j=1}^m e_{ij} V_j, \quad i=1, \dots, n. \quad (1).$$

Здесь f_k – показания k -го метода ГИС, линейно связанные с объёмным содержанием каждой из слагающих его породообразующих компонентов, e_{ij} – теоретические значения i -ого параметра для j -ого компонента, V_j – объёмное содержание j -ого компонента, m – число объёмных компонентов, участвующих в расчёте, n – число используемых методов ГИС.

Объёмная модель горной породы представляется матрицей, в составе которой присутствуют компоненты твёрдой фазы, а также свободное ёмкостное пространство, в соответствии с имеющимися данными измерений керна. В соответствии с новой классификацией пород БС рассчитывались такие компоненты, как глинистый, кремнистый, карбонатный материал и ОВ. В настоящем исследовании ёмкостное пространство в модели не учитывается, поскольку не требуется для определения литотипов горных пород. Например, с использованием данных БК, ГГК-П, ННК-Т, акустического каротажа (АК), ГК и других в развёрнутом виде выражение (1) можно представить в виде следующей системы линейных алгебраических уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho = \rho_{\text{глин}} V_{\text{глин}} + \rho_{\text{сил}} V_{\text{сил}} + \rho_{\text{карб}} V_{\text{карб}} + \rho_{\text{Сорг}} V_{\text{Сорг}} \\ \delta = \delta_{\text{глин}} V_{\text{глин}} + \delta_{\text{сил}} V_{\text{сил}} + \delta_{\text{карб}} V_{\text{карб}} + \delta_{\text{Сорг}} V_{\text{Сорг}} \\ W = W_{\text{глин}} V_{\text{глин}} + W_{\text{сил}} V_{\text{сил}} + W_{\text{карб}} V_{\text{карб}} + W_{\text{Сорг}} V_{\text{Сорг}} \\ \Delta T = \Delta T_{\text{глин}} V_{\text{глин}} + \Delta T_{\text{сил}} V_{\text{сил}} + \Delta T_{\text{карб}} V_{\text{карб}} + \Delta T_{\text{Сорг}} V_{\text{Сорг}} \\ I_{\gamma} = I_{\gamma \text{ глин}} V_{\text{глин}} + I_{\gamma \text{ сил}} V_{\text{сил}} + I_{\gamma \text{ карб}} V_{\text{карб}} + I_{\gamma \text{ Сорг}} V_{\text{Сорг}} \\ \dots \end{array} \right.$$

$$1 = V_{\text{глин}} + V_{\text{сил}} + V_{\text{карб}} + V_{\text{Сорг}},$$

где ρ , δ , W , ΔT_n , I_{γ} – показания методов ГИС (БК, ГГК-П, ННК-Т, АК, ГК); коэффициенты ρ_i , δ_i , W_i , ΔT_i и $I_{\gamma i}$ соответствуют удельному электрическому сопротивлению, объёмной плотности, водородосодержанию (W), интервальному времени пробега продольных волн и интегральной гамма-активности каждого из i -тых компонентов породы; $V_{\text{глин}}$, $V_{\text{сил}}$, $V_{\text{карб}}$, $V_{\text{ов}}$ – объёмное содержание глинистых, кремнистых, карбонатных породообразующих компонентов и ОВ, слагающих матрицу породы. Неизвестные коэффициенты ρ_i , δ_i , W_i , ΔT_i и $I_{\gamma i}$ определяются с помощью метода сингулярного разложения матрицы (SVD), состоящей из данных ГИС и результатов изучения керна.

Учитывая сложность литологического состава исследуемых отложений, используется расширенный набор методов ГИС, в том числе комплексов СКЛ, который, благодаря измерениям за одну спускоподъёмную операцию, обеспечивает возможность выполнения

расчётов в рамках единой объёмной модели. По данным ГИС в совокупности с результатами литологических и геохимических исследований керны построены модели относительного содержания породообразующих компонентов БС и её стратиграфических аналогов в разрезах более 30 скважин, пробуренных на Средне-Назымской, Галяновской, Горшковской, Салымской, Восточно-Правдинской, Мало-Балыкской, Чупальской, Восточно-Сургутской, Фёдоровской, Рускинской и Дружной площадях, расположенных в центральной части Западно-Сибирского осадочного бассейна в юрском периоде. По данным моделям в соответствии с новой классификацией [Конторович и др., 2016] выделены основные литологические типы пород БС, приведённые в табл. 1. В используемой модели не учитывался такой значимый компонент в составе пород БС как пирит, что обуславливает необходимость расширения параметров модели в дальнейших исследованиях.

Таблица 1

Классификация литологических типов пород баженовской свиты по ГИС

Типы пород		Относительное содержание породообразующих компонентов, %			
		Кремнистые	Глинистые	Карбонатные	Сорг
С пониженным содержанием углерода	Силициты	> 50	-	-	< 10
	Аргиллиты	-	> 50	-	
	Карбонаты	-	-	> 50	
	Глинисто-кремнистые	25-50	25-50	< 25	
	Карбонатно-кремнистые	25-50	< 25	25-50	
	Карбонатно-глинистые	< 25	25-50	25-50	
Высокоуглеродистые	Силициты	> 50	-	-	> 10
	Аргиллиты	-	>50	-	
	Карбонаты	-	-	> 50	
	Глинисто-кремнистые	25-50	25-50	< 25	
	Карбонатно-кремнистые	25-50	< 25	25-50	
	Карбонатно-глинистые	< 25	25-50	25-50	

На рис. 2 представлены результаты литологической интерпретации комплекса данных ГИС и керны на примере одной из скважин Дружной площади, пробуренной на северо-восточном погружении Сургутского свода. На первых трёх треках показаны диаграммы ГИС (ГК, ПС, БК, ГГК-II, W), используемые при интерпретации. На последующих четырёх приведены относительные содержания породообразующих компонентов, полученных в результате численной инверсии данных ГИС и керны.

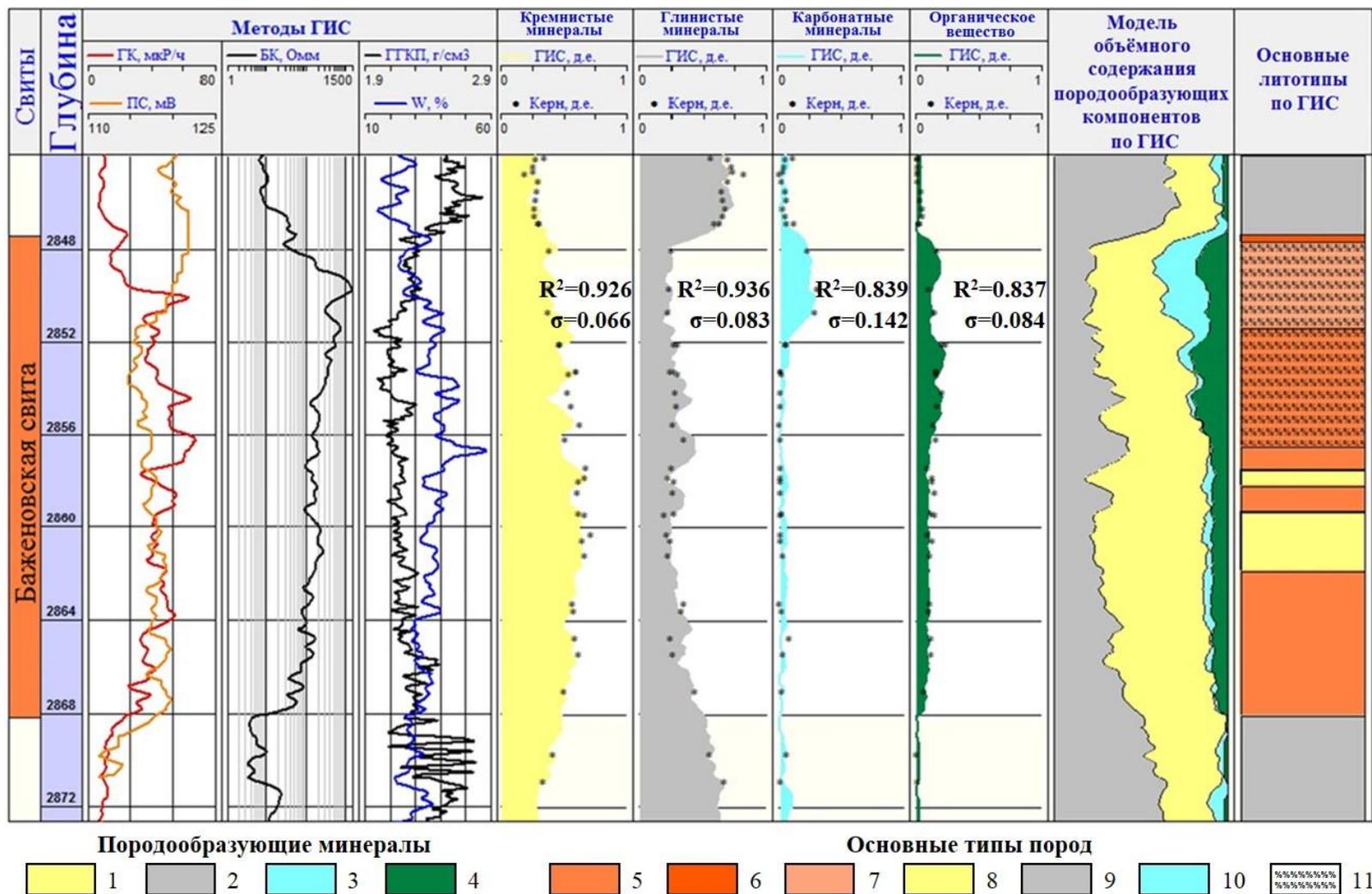


Рис. 2. Каротажные диаграммы ГК, ПС, БК, ГК-П, W; относительные распределения породообразующих компонентов БС, рассчитанные по данным ГИС и керна; объёмная модель и основные литологические типы пород БС

1 – кремнистые минералы, 2 – глинистые минералы, 3 – карбонатные минералы, 4 – органическое вещество, 5 – микститы глинисто-кремнистые, 6 – микститы карбонатно-глинистые, 7 – микститы карбонатно-кремнистые, 8 – силициты, 9 – аргиллиты, 10 – карбонаты, 11 – высокоуглеродистые породы.

Как видно на рис. 2, результат по ГИС хорошо коррелируется с данными по керну, что подтверждается высокими значениями величины достоверности аппроксимации (R^2), которая для кремнистого, глинистого, карбонатного материалов и ОБ изменяется от 0,81 до 0,87. На двух последних треках показана модель объёмного содержания породообразующих компонентов и выделенные по ним основные литотипы пород БС в соответствии с табл. 1.

Из полученных результатов следует, что БС в изученном разрезе, выделяемая в интервале глубин 2847,4-2868,1 м, имеет поликомпонентный состав и содержит различные типы отложений. Она подстилается аргиллитами георгиевской свиты (глубина – 2868,1 м) и перекрывается аргиллитами подачимовской толщи (глубина – 2847,4 м). В основании БС отмечается относительное объёмное содержание глинистого материала - более 50%. Выше по разрезу наблюдается увеличение содержания кремнистой породообразующей компоненты, что подтверждается наличием глинисто-кремнистых смешанных пород (интервал 2861,9-2868,1 м) по керну. В интервале глубин 2857,5-2861,9 м содержание этой компоненты превышает 50%, что указывает на наличие силицитов. С глубины 2857,5 м и выше растёт количество глинистого материала, где разрез сложен глинисто-кремнистыми породами. Увеличение содержания карбонатного материала выше по разрезу (интервал 2847,4-3051,4 м) свидетельствует о наличии карбонатно-кремнистых и карбонатно-глинистых микститов. Содержание ОБ в интервале глубин 2847,7-2856,5 м изменяется от 10 до 25%, что указывает на высокоуглеродистые смешанные породы в верхней части разреза.

Корреляция разрезов БС и её аналогов по данным ГИС

Одним из основных этапов геологической интерпретации является построение корреляционных схем. Традиционно при корреляции устанавливаются области устойчивых геофизических характеристик отдельных реперов и зоны их резкого изменения, которые используются при расчленении разрезов, структурно-фациальном районировании и анализе латеральной изменчивости. Наиболее известной и часто цитируемой публикацией, посвященной детальной корреляции разрезов БС, является работа В.И. Белкина с соавторами [Белкин, Ефремов, Каптелинин, 1985]. Ими, на основе интерпретации материалов комплекса ГИС, выделены более двух десятков коррелируемых слоёв, которые прослежены в пределах Салымской площади.

По результатам выполненных построений объёмных моделей разрезов БС и нижнетутлеймской подсвиты на площадях, расположенных в Сургутском, Салымском и Краснотуркменском нефтегазоносных районах (НГР), выделены 3 типа разрезов. Для каждого района построены корреляционные схемы и указаны следующие основные особенности, хорошо согласующиеся с результатами исследований кернового материала [Зубков, 1999;

Эдер, Замирайлова, Занин, 2012; Балущкина и др., 2014].

В средней части разреза БС Сургутского НГР характерно наличие пласта силицитов мощностью около 6 м с содержанием кремнистого материала более 60%. В верхней и нижней частях разреза преобладают глинисто-кремнистые породы. Содержание карбонатов в целом пониженное, при этом в верхней части разреза наблюдается пачка с содержанием карбонатного материала до 30%, толщина которой не превышает 4 м. Мощность БС - порядка 26 м.

Для разреза Салымского НГР, в целом, характерно повышенное содержание кремнистого материала. В средней части разреза наблюдаются пласты силицитов общей мощностью до 10 метров. Отмечается повышенное, иногда до 50%, содержание карбонатов в карбонатно-кремнистых пластах толщиной до 12 м в верхней части разреза. Мощность БС не превышает 36 м.

В разрезе нижнетутлеймской подсвиты Красноленинского НГР отмечено повышенное содержание карбонатного материала от 30 до 50% в верхней части, где наблюдаются пласты карбонатных и карбонатно-глинистых пород. Содержание кремнистого материала пониженное, при этом прослеживаются маломощные пласты силицитов (до 2 м) в нижней части разреза с содержанием кремнистого материала до 50%. Мощность подсвиты не превышает 33 м.

Сводный профиль разрезов БС и нижней части тутлеймской свиты, построенный в широтном направлении, представлен на рис. 3. Общая длина профиля составляет порядка 620 км. На схеме корреляции отмечается значительная вертикальная неоднородность и латеральная изменчивость БС, что обусловлено поликомпонентным составом и сложным распределением различных типов пород. Установлено, что повышенное содержание карбонатов наблюдается в верхней части разреза, при этом количество карбонатного материала уменьшается вдоль всего профиля по простиранию с запада на восток. Так наибольшее содержание карбонатов наблюдается в Красноленинском, а наименьшее – в Сургутском НГР. Количество кремнистого материала возрастает в центральной части разреза БС, где наблюдаются пачки силицитов. В Салымском НГР мощность пачек силицитов - наибольшая и достигает трети мощности свиты. В восточном и западном направлениях содержание кремнистого материала постепенно уменьшается. Содержание ОВ повышено (10-25%) в верхней части разреза, при этом его увеличение в разрезе Салымского НГР наблюдается от средней части БС, а в разрезах Красноленинского и Сургутского НГР - от кровли пачек силицитов до кровли БС.

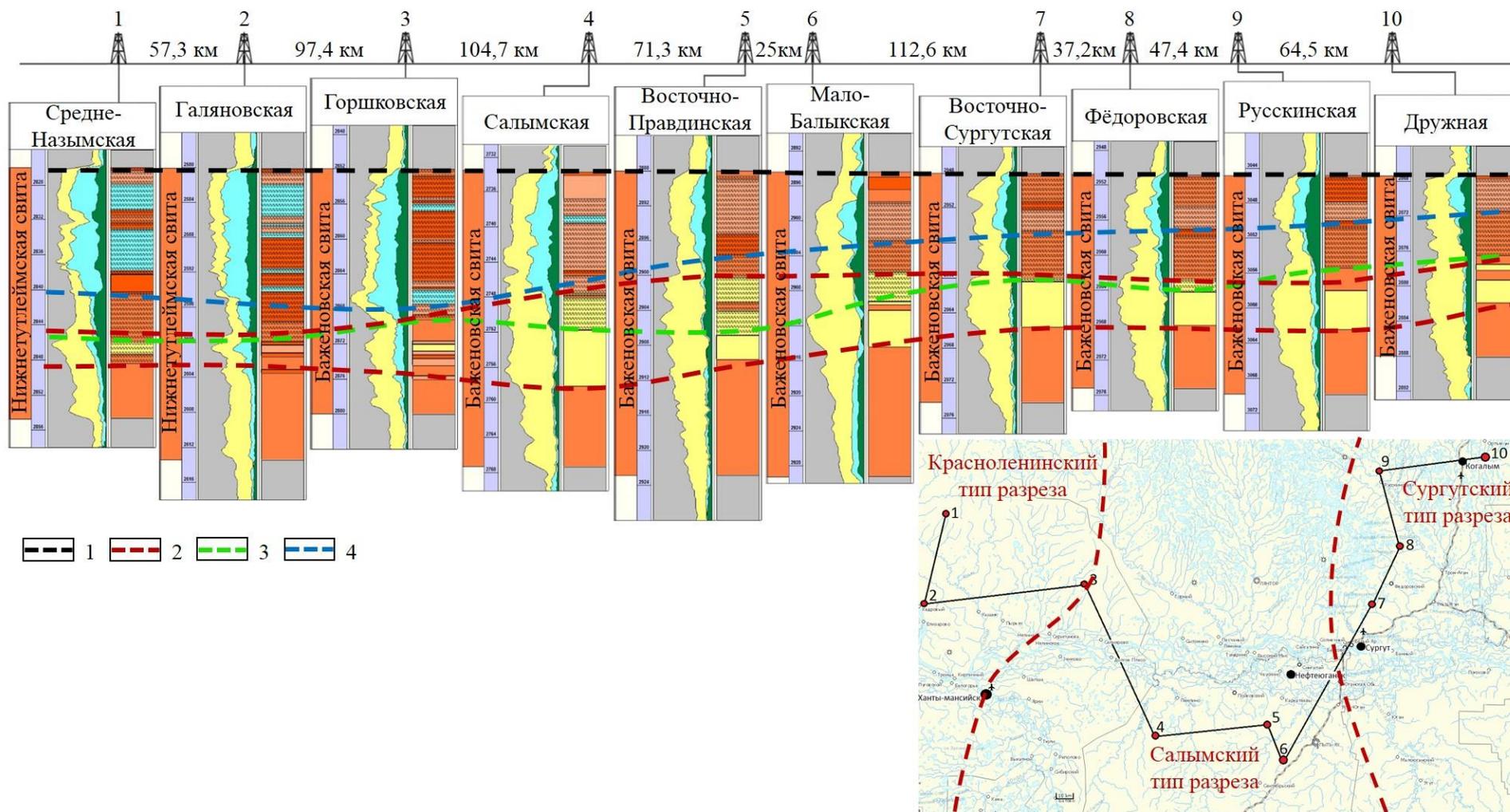


Рис. 3. Сводный профиль разрезов БС и её стратиграфических аналогов в центральных районах Западной Сибири и схема расположения изученных скважин десяти месторождений

1 – кровля баженовской свиты, 2 – граница пачки с кремнистым материалом, 3 – подошва пачки с повышенным содержанием *OB*, 4 – нижняя граница пачки с карбонатным материалом.

В последующем полученные разрезы, демонстрирующие неоднородное строение БС, будут использоваться для выявления закономерностей распределения литотипов по площади с целью реконструкций условий осадконакопления.

Заключение

В результате исследований по данным ГИС выполнена литологическая интерпретация с построением объёмных моделей относительного содержания породообразующих компонентов, выделением основных литологических типов и составлением корреляционных схем разрезов БС.

По комплексу данных ГИС с использованием результатов литологических и геохимических исследований керна построены объёмные литологические модели БС, вскрытой более 30 скважинами на 11 площадях, расположенных в центральной части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. На основе новой классификации пород БС выделены по соотношению четырёх породообразующих компонентов её основные литологические типы, включающие силициты, аргиллиты, карбонаты, а также микститы (смешанные кремнисто-глинисто-карбонатные породы), в том числе обогащённые ОВ. Отмечено, что относительное содержание породообразующих компонентов и выделенные литотипы пород хорошо согласуются с результатами детального изучения керна.

По объёмным моделям и выделенным литотипам для центральных районов Западной Сибири построена схема корреляции разрезов БС и нижнетуглеймской подсвиты. Отмечены значительная вертикальная неоднородность и латеральная изменчивость БС, которые обусловлены поликомпонентным составом и сложным распределением различных типов отложений, определяющих её основные характерные особенности.

Литература

Балушкина Н.С., Калмыков Г.А., Белохин В.С., Хамидуллин Р.А., Корост Д.В. Кремнистые коллекторы баженовского горизонта Средне-Назымского месторождения и структура их пустотного пространства // Вестник Московского университета. Серия 4. Геология. – 2014. – №2. – С. 35-43.

Белкин В.И., Ефремов Е.П., Каптелинин Н.Д. Строение и нефтеносность баженовского резервуара // Литология и полезные ископаемые. – 1985. – №2. – С. 108-123.

Брадучан Ю.В., Булынникова С.П., Вячкилева Н.П., Гольберт А.В., Гурари Ф.Г., Захаров В.А., Климова И.Г., Козлова Г.Э., Лебедев А.И., Месежников М.С., Нальняева Т.И., Турбина А.С. Баженовский горизонт Западной Сибири (стратиграфия, палеогеография, экосистема, нефтеносность). - Новосибирск: Наука, 1986. – №649. – 215 с.

Вендельштейн Б.Ю., Резванов Р.А. Геофизические методы определения параметров нефтегазовых коллекторов (при подсчете запасов и проектировании разработки месторождений). - М.: Недра, 1978. – 29 с.

Глинских В.Н., Нестерова Г.В., Эпов М.И. Моделирование и инверсия данных электромагнитного каротажа с использованием петрофизических моделей электропроводности // Геология и геофизика. – 2014. – Т. 55. – №5-6. – С. 1001-1010.

Глинских В.Н., Никитенко М.Н., Эпов М.И. Линеаризованные решения двумерных прямой и обратной задач высокочастотного электромагнитного каротажа в проводящих средах с учетом токов смещения // Геология и геофизика. – 2013а. – Т. 54. – № 12. – С. 31-42.

Глинских В.Н., Никитенко М.Н., Эпов М.И. Моделирование и инверсия данных электромагнитных зондирований в пластах конечной мощности, вскрытых на биополимерных и нефтяных буровых растворах // Геология и геофизика. – 2013б. – Т. 54 (11). – С. 1803-1813.

Гурари Ф.Г. Доманикиты и их нефтегазоносность // Советская геология. - 1981. - №11. - С. 3-12.

Гурари Ф.Г., Гурари И.Ф. Формирование залежей нефти в аргиллитах баженовской свиты Западной Сибири // Геология нефти и газа. – 1974. – №5. – С. 36-40.

Добрынин В.М. Проблемы коллектора нефти в битуминозных глинистых породах баженовской свиты // Изв. АН СССР. Сер. геол. – 1982. – №3. – С. 120-127.

Дорофеева Т.В., Краснов С.Г., Лебедев В.А., Петрова Г.В., Позиненко Б.В. Коллекторы нефти баженовской свиты Западной Сибири. - Л.: Недра, 1983. – 131 с.

Еникеев Б.Н. Системный подход к статистической интерпретации геофизических данных в задачах с априорно известной структурой многомерных моделей // Применение математических способов и ЭВМ в геологии: тезисы семинара (г. Алма-Ата, 20-22 августа 1974 г.). - Алма-Ата, 1974. – С. 85-87.

Еникеев Б.Н., Колесов В.В., Лебедева М.Л., Смирнов О.А., Сусанина О.М. Петрофизические аспекты проблемы оценки отложений бажена // Санкт-Петербург 2014. Геонауки – инвестиции в будущее: мат. 6-й межд. геолого-геофиз. конф. (г. Санкт-Петербург, 7-10 апреля 2014 г.). - Санкт-Петербург, 2014. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20140230>

Занин Ю.Н., Замирайлова А.Г., Эдер В.Г. Некоторые аспекты формирования баженовской свиты в центральных районах Западно-Сибирского осадочного бассейна // Литосфера. – 2005. – №4. – С. 118-135.

Зарипов О.Г., Сонич В.П., Зубков М.Ю. Региональная перспективность отложений баженовской свиты Западной Сибири // В кн.: Исследования в области геологии и разработки нефтяных месторождений Западной Сибири: сб. науч. тр. СибНИИМП. - Тюмень, 1982. - С. 132-144.

Зубков М.Ю. Литолого-петрофизическая характеристика отложений баженовской и абалакской свит центральной части Красноленинского свода (Западная Сибирь) // Геология и геофизика. – 1999. – Т.40. – №12. – С. 1821-1836.

Калмыков Г.А. Строение баженовского нефтегазоносного комплекса как основа прогноза дифференцированной нефтепродуктивности // Диссертация на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. - М.: МГУ, 2016. - 391 с.

Клубова Т.Т. Глинистые коллекторы нефти и газа. - М.: Недра, 1988. – 155 с.

Конторович А.Э., Берман Е.Л., Богородская Л.И., Винокур Б.Г., Колганова М.М., Липницкая Л.Ф., Мельникова В.М., Стасова О.Ф., Фомичев А.С. Геохимия юрских и нижнемеловых отложений Западно-Сибирской низменности. - М.: Недра, 1971. – 251 с. (Тр. СНИИГГиМСа, Сер. Нефтяная геология, вып. 36).

Конторович А.Э., Конторович В.А., Рыжкова С.В., Шурыгин Б.Н., Вакуленко Л.Г., Гайдебурова Е.А., Данилова В.П., Казаненков В.А., Ким Н.С., Костырева Е.А., Москвин В.И., Ян П.А. Палеогеография Западно-Сибирского осадочного бассейна в юрском периоде // Геология и геофизика. – 2013. – Т. 54. – №8. – С. 972-1012.

Конторович А.Э., Ян П.А., Замирайлова А.Г., Костырева Е.А., Эдер В.Г. Классификация пород баженовской свиты // Геология и геофизика. – 2016. – Т. 57. – №11. – С. 2034-2043.

Куляпин П.С., Соколова Т.Ф. Прогноз коллекторов в разрезе баженовской свиты по материалам керна и геофизических исследований скважин // Известия Томского политехнического университета. – 2015. – Т. 326. – №1. – С. 118-133.

Михайлов И.В., Глинских В.Н., Никитенко М.Н., Суродина И.В. Совместная численная инверсия данных индукционных и гальванических каротажных зондирований в моделях геологических сред с осевой симметрией // Геология и геофизика. - 2017. - Т. 58. - №6. - С. 935-947.

Нестеров И.И. Нефтегазоносность глинистых битуминозных пород // Строение и нефтегазоносность баженигов Западной Сибири. – Тюмень, 1985. – С. 3-19.

Новиков Г.Р., Салманов Ф.К., Тянь А.В. Перспективы открытия крупных залежей нефти в трещиноватых аргиллитах баженовской свиты // Нефть и газ Тюмени. – 1970. – №7. – С. 1-3.

Петерсилье В.И., Порожун В.И., Яценко Г.Г. Методические рекомендации по подсчету геологических запасов нефти и газа объемным методом. - М.: Тверь: ВНИГНИ. НПЦ «Тверьгеофизика», 2003. – 130 с.

Решение 6-го межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири. - Новосибирск, 2004. – С. 43-77.

Хабаров В.В., Нелепченко О.М., Волков Е.Н., Барташевич О.В. Уран, калий и торий в

битуминозных породах баженовской свиты Западной Сибири // Советская геология. – 1980. – №10. – С. 94-105.

Халимов Э.М., Мелик-Пашаев В.С. О поисках промышленных скоплений нефти в баженовской свите // Геология нефти и газа. – 1980. – №6. – С. 1-9.

Шурыгин Б.Н., Никитенко Б.Л., Девятов В.П., Ильина В.И., Меледина С.В., Гайдебурова Е.А., Дзюба О.С., Казаков А.М., Могучева Н.К. Стратиграфия нефтегазоносных районов Сибири. Юрская система. - Новосибирск: Изд-во СО РАН. Филиал «Гео», 2000. - 480 с.

Эдер В.Г., Замирайлова А.Г., Занин Ю.Н. Особенности литологического строения баженовской свиты в различных районах Западно-Сибирской геосинеклизы // Интерэкспо Гео–Сибирь. - 2012. - Т 2. - №1. - С. 37-41.

Эпов М.И., Глинских В.Н. Быстрое двумерное моделирование высокочастотного электромагнитного поля для задач каротажа // Геология и геофизика. - 2003. - Т. 44(9). - С. 942-952.

Эпов М.И., Глинских В.Н. Линеаризация относительных характеристик высокочастотного магнитного поля в двумерных проводящих средах // Геология и геофизика. - 2004. - Т. 45. - №2. - С. 266-274.

Эпов М.И., Глинских В.Н., Никитенко М.Н., Сухорукова К.В. Комплекс СКЛ для каротажа за один спуско-подъем: методики и интерпретация на практических примерах // Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала Ханты-Мансийского автономного округа – Югры матер. 15-й научно-практич. конференции. - Ханты-Мансийск: ИздатНаукаСервис, 2012. – Т. 2. – С. 27-36.

Эпов М.И., Глинских В.Н., Сухорукова К.В., Никитенко М.Н., Еремин В.Н. Численное моделирование и инверсия данных электромагнитного каротажа в процессе бурения и шаблонирования нефтегазовых скважин // Геология и геофизика. – 2015. – Т. 56 (8). – С. 1520-1529.

Doveton J.H. Geologic Log Analysis Using Computer Methods. Tulsa: The American Association of Petroleum Geologists. – 1994. – 169 p.

Mitchell W.K., Nelson R.J. A Practical approach to statistical Log Analysis // SPWLA 29th Annual Logging Symposium. 1988. June 5-8. 20 p.

Mitchell W.K., Nelson R.J. Statistical Log Analysis Made Practical. World Oil. 1991. Vol.212. N6. 115 p.

Moss B., Harrison R. Statistically Valid Log Analysis Method Improves Reservoir Description. Offshore Europe conference (Aberdeen, Sept 10-13, 1985). Aberdeen. 1985. Paper SPE-13981-MS. 32 p.

Fedoseev A.A., Glinskikh V.N., Kazanenko V.A.

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (IPGG SB RAS), Novosibirsk, Russia; Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia, FedoseevAA@ipgg.sbras.ru, GlinskikhVN@ipgg.sbras.ru, KazanenkoVA@ipgg.sbras.ru

RELATIVE CONTENT OF ROCK-BUILDING COMPONENTS AND BASIC LITHOLOGICAL TYPES OF ROCKS OF THE BAZHENOV FORMATION AND ITS STRATIGRAPHIC ANALOGUES ACCORDING TO LOG AND CORE DATA

At present, there is no general theoretical and methodological basis for complex processing of log data of the Bazhenov Formation, including the lithological interpretation. The paper is devoted to the development of the methodology for lithological interpretation of log data (SKL complexes) in the intervals of non-traditional reservoirs of the Bazhenov Formation. According to logs, taking into account the results of lithological and geochemical studies of core samples, volumetric models of the relative content of the rock-building components of the Bazhenov Formation and the Lower Tutlem Formation were constructed in the sections of more than three dozen wells in the central regions of the Western Siberia. On the basis of the new rocks classification of the Bazhenov Formation, the main lithological types are highlighted by the ratio of the four rock-building components. A scheme for the correlation of the sections of the Bazhenov Formation and the Lower Tutlem Formation was constructed for volumetric models and selected lithological rock types, and features of the lateral structure alteration were noted.

Keywords: *Bazhenov Formation, log data, SKL complex, lithological interpretation, rock-building components, lithological type rock, correlation schemes, Western Siberia.*

References

Balushkina N.S., Kalmykov G.A., Belokhin V.S., Khamidullin R.A., Korost D.V. *Kremnistye kollektory bazhenovskogo gorizonta Sredne-Nazym'skogo mestorozhdeniya i struktura ikh pustotnogo prostranstva* [Siliceous reservoirs of the Bazhenov Formation of the Sredne-Nazym field and their open space structure]. Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 4. Geologiya, 2014, no. 2, p. 35-43.

Belkin V.I., Efremov E.P., Kaptelinin N.D. *Stroenie i neftenosnost' bazhenovskogo rezervuara* [The structure and oil content of the Bazhenov reservoir]. Litologiya i poleznye iskopaemye, 1985, no.2, p. 108-123.

Braduchan Yu.V., Bulynnikova S.P., Vyachkileva N.P., Gol'bert A.V., Gurari F.G., Zakharov V.A., Klimova I.G., Kozlova G.E., Lebedev A.I., Mesezhnikov M.S., Nal'nyaeva T.I., Turbina A.S. *Bazhenovskiy gorizont Zapadnoy Sibiri (stratigrafiya, paleogeografiya, ekosistema, neftenosnost')* [Bazhenov Formation of Western Siberia (stratigraphy, paleogeography, ecosystem, oil content)]. Novosibirsk: Nauka, 1986, no. 649, 215 p.

Dobrynin V.M. *Problemy kollektora nefi v bituminoznykh glinistykh porodakh bazhenovskoy svity* [Problems of the oil collector in bituminous clay stones of the Bazhenov Formation]. Izvestiya AN SSSR. Seriya Geologiya, 1982, no.3, p. 120-127.

Dorofeeva T.V., Krasnov S.G., Lebedev V.A., Petrova G.V., Pozinenko B.V. *Kollektory nefi bazhenovskoy svity Zapadnoy Sibiri* [The oil reservoirs of the Bazhenov Formation of Western Siberia]. Leningrad: Nedra, 1983, 131 p.

Doveton J.H. *Geologic Log Analysis Using Computer Methods*. Tulsa: The American Association of Petroleum Geologists, 1994, 169 p.

Eder V.G., Zamiraylova A.G., Zanin Yu.N. *Osobennosti litologicheskogo stroeniya bazhenovskoy svity v razlichnykh rayonakh Zapadno-Sibirskoy geosineklizy* [Features of the lithological structure of the Bazhenov Formation in various regions of the West Siberian geosyncline]. Interekspo Geo-Sibir', 2012, vol. 2, no.1, p. 37-41.

Enikeev B.N. *Sistemnyy podkhod k statisticheskoy interpretatsii geofizicheskikh dannykh v zadachkakh s apriorno izvestnoy strukturoy mnogomernykh modeley* [A systematic approach to the statistical interpretation of geophysical data in objects with an a priori known structure of

multidimensional models]. *Primenenie matematicheskikh sposobov i EVM v geologii: tezisy seminara* (Alma-Ata, August 20-22, 1974). Alma-Ata, 1974, p. 85-87.

Enikeev B.N., Kolesov V.V., Lebedeva M.L., Smirnov O.A., Susanina O.M. *Petrofizicheskie aspekty problemy otsenki otlozheniy bazhena* [Petrophysical aspects of assessing problem of the Bazhenov Formation strata]. Sankt-Peterburg 2014. Geonauki – investitsii v budushchee: materialy 6-y mezhdunarodnoy geologo-geofizicheskoy konferentsii (St. Petersburg, April 7-10, 2014). St. Petersburg, 2014. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20140230>

Epov M.I., Glinskikh V.N. *Bystroe dvumernoe modelirovanie vysokochastotnogo elektromagnitnogo polya dlya zadach karotazha* [Rapid two-dimensional modeling of a high-frequency electromagnetic field for logging problems]. *Geologiya i geofizika*, 2003, vol. 44 (9), p.942-952.

Epov M.I., Glinskikh V.N. *Linearizatsiya odnositel'nykh kharakteristik vysokochastotnogo magnitnogo polya v dvumernykh provodyashchikh sredakh* [Linearization of the relative characteristics of a high-frequency magnetic field in two-dimensional conducting media]. *Geologiya i geofizika*, 2004, vol. 45, no.2, p. 266-274.

Epov M.I., Glinskikh V.N., Nikitenko M.N., Sukhorukova K.V. *Kompleks SKL dlya karotazha za odin spushko-pod'em: metodiki i interpretatsiya na prakticheskikh primerakh* [Complex SKL for one run-up logging: techniques and interpretation on practical examples]. *Puti realizatsii neftegazovogo i rudnogo potentsiala Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga – Yugry materialy 15-y nauchno-prakticheskoy konferentsii. Khanty-Mansiysk: IzdatNaukaServis*, 2012, vol. 2, p. 27-36.

Epov M.I., Glinskikh V.N., Sukhorukova K.V., Nikitenko M.N., Eremin V.N. *Chislennoe modelirovanie i inversiya dannykh elektromagnitnogo karotazha v protsesse bureniya i shablonirovaniya neftegazovykh skvazhin* [Numerical modeling and inversion of electromagnetic log data during drilling and oil and gas well patterning]. *Geologiya i geofizika*, 2015, vol. 56 (8), p. 1520-1529.

Glinskikh V.N., Nesterova G.V., Epov M.I. *Modelirovanie i inversiya dannykh elektromagnitnogo karotazha s ispol'zovaniem petrofizicheskikh modeley elektroprovodnosti* [Simulation and inversion of electromagnetic log data using petrophysical models of electrical conductivity]. *Geologiya i geofizika*, 2014, vol. 55, no.5-6, p. 1001-1010.

Glinskikh V.N., Nikitenko M.N., Epov M.I. *Linearizovannye resheniya dvumernykh pryamoy i obratnoy zadach vysokochastotnogo elektromagnitnogo karotazha v provodyashchikh sredakh s uchetom tokov smeshcheniya* [Linearized solutions of two-dimensional direct and inverse problems of high-frequency electromagnetic logging in conducting media taking into account displacement currents]. *Geologiya i geofizika*, 2013, vol. 54, no. 12, p. 31-42.

Glinskikh V.N., Nikitenko M.N., Epov M.I. *Modelirovanie i inversiya dannykh elektromagnitnykh zondirovaniy v plastakh konechnoy moshchnosti, vskrytykh na biopolimernykh i neftyanykh burovykh rastvorakh* [Modeling and inversion of electromagnetic sounding data in formations of finite thickness, opened on biopolymer and oil drilling fluids]. *Geologiya i geofizika*, 2013, vol. 54 (11), p. 1803-1813.

Gurari F.G. *Domanikity i ikh neftegazonosnost'* [Dominikits and their oil and gas potential]. *Sovetskaya geologiya*, 1981, no.11, p. 3-12.

Gurari F.G., Gurari I.F. *Formirovanie zalezhey nefti v argillitakh bazhenovskoy svity Zapadnoy Sibiri* [Formation of oil accumulations in the argillites of the Bazhenov Formation of Western Siberia]. *Geologiya nefti i gaza*, 1974, no. 5, p. 36-40.

Kalmykov G.A. *Stroenie bazhenovskogo neftegazonosnogo kompleksa kak osnova prognoza differentsirovannoy nefteproduktivnosti* [The structure of the Bazhenov oil and gas bearing section as the basis for the forecast of differentiated oil production]. *Dissertatsiya na soiskanie uchenoy stepeni doktora geologo-mineralogicheskikh nauk. Moscow: MGU*, 2016, 391 p.

Khabarov V.V., Nelepchenko O.M., Volkov E.H., Bartashevich O.V. *Uran, kaliy i toriy v bituminoznykh porodakh bazhenovskoy svity Zapadnoy Sibiri* [Uranium, potassium and thorium in bituminous rocks of the Bazhenov Formation of Western Siberia]. *Sovetskaya geologiya*, 1980,

no.10, p. 94-105.

Khalimov E.M., Melik-Pashaev V.S. *O poiskakh promyshlennykh skopleniy nefiti v bazhenovskoy svite* [Searching for industrial oil accumulations in the Bazhenov Formation]. *Geologiya nefiti i gaza*, 1980, no.6, p. 1-9.

Klubova T.T. *Glinistye kollektory nefiti i gaza* [Clay reservoirs of oil and gas]. Moscow: Nedra, 1988, 155 p.

Kontorovich A.E., Berman E.L., Bogorodskaya L.I., Vinokur B.G., Kolganova M.M., Lipnitskaya L.F., Mel'nikova V.M., Stasova O.F., Fomichev A.S. *Geokhimiya yurskikh i nizhnemelovykh otlozheniy Zapadno-Sibirskoy nizmennosti* [Geochemistry of Jurassic and Lower Cretaceous sequences of the West Siberian lowland]. Moscow: Nedra, 1971, 251 p. (Tr. SNIIGGiMSa, Ser. Neftyanaya geologiya, vyp. 36).

Kontorovich A.E., Kontorovich V.A., Ryzhkova S.V., Shurygin B.N., Vakulenko L.G., Gaydeburova E.A., Danilova V.P., Kazanenkov V.A., Kim N.S., Kostyreva E.A., Moskvina V.I., Yan P.A. *Paleogeografiya Zapadno-Sibirskogo osadochnogo basseyna v yurskom periode* [Paleogeography of the West Siberian sedimentary basin during the Jurassic period]. *Geologiya i geofizika*, 2013, vol. 54, no. 8, p. 972-1012.

Kontorovich A.E., Yan P.A., Zamiraylova A.G., Kostyreva E.A., Eder V.G. *Klassifikatsiya porod bazhenovskoy svity* [Classification of the rocks of the Bazhenov Formation]. *Geologiya i geofizika*, 2016, vol. 57, no.11, p. 2034-2043.

Kulyapin P.S., Sokolova T.F. *Prognoz kollektorov v razreze bazhenovskoy svity po materialam kerna i geofizicheskikh issledovaniy skvazhin* [Forecast of reservoirs in the context of the Bazhenov Formation based on cores and geophysical studies of wells]. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta*, 2015, vol. 326, no. 1, p. 118-133.

Mikhaylov I.V., Glinskikh V.N., Nikitenko M.N., Surodina I.V. *Sovmestnaya chislennaya inversiya dannykh induktsionnykh i gal'vanicheskikh karotazhnykh zondirovaniy v modelyakh geologicheskikh sred s oseyoy simmetriey* [Joint numerical inversion of induction and galvanic logging data in models of geological media with axial symmetry]. *Geologiya i geofizika*, 2017, vol. 58, no.6, p. 935-947.

Mitchell W.K., Nelson R.J. *A Practical Approach To Statistical Log Analysis // SPWLA 29th Annual Logging Symposium*, 1988. June 5-8, 20 p.

Mitchell W.K., Nelson R.J. *Statistical Log Analysis Made Practical*. World Oil, 1991, vol. 212, no.6, 115 p.

Moss B., Harrison R. *Statistically Valid Log Analysis Method Improves Reservoir Description*. Offshore Europe conference (Aberdeen, September 10-13, 1985). Aberdeen, 1985, Paper SPE-13981-MS, 32 p.

Nesterov I.I. *Neftegazonosnost' glinistyykh bituminoznykh porod* [Oil and gas potential of argillaceous bituminous rocks]. *Stroenie i neftegazonosnost' bazhenitov Zapadnoy Sibiri*. Tyumen', 1985, p. 3-19.

Novikov G.R., Salmanov F.K., Tyan A.V. *Perspektivy otkrytiya krupnykh zalezhey nefiti v treshchinovatykh argillitakh bazhenovskoy svity* [Prospects of large oil deposits discovery in the fissured mudstones of the Bazhenov Formation]. *Neft' i gaz Tyumeni*, 1970, no. 7, p. 1-3.

Petersil'e V.I., Poroskun V.I., Yatsenko G.G. *Metodicheskie rekomendatsii po podschetu geologicheskikh zapasov nefiti i gaza ob"emnym metodom* [Methodological recommendations on the calculation of geological reserves of oil and gas by volumetric method]. Moscow: Tver': VNIGNI. NPTs «Tver'geofizika», 2003, 130 p.

Reshenie 6-go mezhvedomstvennogo stratigraficheskogo soveshchaniya po rassmotreniyu i prinyatiyu utochnennykh stratigraficheskikh skhem mezozoyskikh otlozheniy Zapadnoy Sibiri [Decision of the 6th interdepartmental stratigraphic meeting on consideration and adoption of specified stratigraphic schemes of the Mesozoic deposits of Western Siberia]. Novosibirsk, 2004, p. 43-77.

Shurygin B.N., Nikitenko B.L., Devyatov V.P., Il'ina V.I., Meledina S.V., Gaydeburova E.A., Dzyuba O.S., Kazakov A.M., Mogucheva N.K. *Stratigrafiya neftegazonosnykh rayonov Sibiri*.

Yurskaya sistema [Stratigraphy of oil and gas bearing regions of Siberia. Jurassic system]. Novosibirsk: Izdatel'stvo SO RAN. Filial «Geo», 2000, 480 p.

Vendel'shteyn B.Yu., Rezvanov R.A. *Geofizicheskie metody opredeleniya parametrov neftegazovykh kollektorov (pri podschete zapasov i proektirovanii razrabotki mestorozhdeniy)* [Geophysical methods for determining the parameters of oil and gas reservoirs (for reserves calculating and field development designing)]. Moscow: Nedra, 1978, 29 p.

Zanin Yu.N., Zamiraylova A.G., Eder V.G. *Nekotorye aspekty formirovaniya bazhenovskoy svity v tsentral'nykh rayonakh Zapadno-Sibirskogo osadochnogo basseyna* [Some aspects of the formation of the Bazhenov Formation in the central regions of the West Siberian sedimentary basin]. *Litosfera*, 2005, no.4, p. 118-135.

Zaripov O.G., Sonich V.P., Zubkov M.Yu. *Regional'naya perspektivnost' otlozheniy bazhenovskoy svity Zapadnoy Sibiri* [Regional prospectivity of the Bazhenov Formation of Western Siberia]. *Issledovaniya v oblasti geologii i razrabotki neftyanykh mestorozhdeniy Zapadnoy Sibiri: sb. nauchn. tr. SibNIINP. Tyumen'*, 1982, p. 132-144.

Zubkov M.Yu. *Litologo-petrofizicheskaya kharakteristika otlozheniy bazhenovskoy i abalakskoy svit tsentral'noy chasti Krasnoleninskogo svoda (Zapadnaya Sibir')* [Lithological and petrophysical characteristics of the deposits of the Bazhenov and Abalak Formations of the central part of the Krasnoleninsk arch (Western Siberia)]. *Geologiya i geofizika*, 1999, vol.40, no.12, p.1821-1836.

© Федосеев А.А., Глинских В.Н., Казаненков В.А., 2018