

DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/27_2021

УДК 550.832:553.98(571.1-12)

Рыжкова С.В., Фомин М.А.

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

Замирайлова А.Г., Костырева Е.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, ZamirailovaAG@ipgg.sbras.ru, KostyrevaEA@ipgg.sbras.ru

Покрышкина Э.М.

Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия.

ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ КАРОТАЖА СКВАЖИН БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ ЮГО-ВОСТОЧНЫХ РАЙОНОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Представлены результаты выявления взаимосвязи кремнистого, глинистого, карбонатного и органического веществ и пирита от типов электрического и радиоактивного каротажа. Описано влияние содержания перечисленных породообразующих компонентов пород на геофизические характеристики. Приведена объемная литологическая модель скважины Арчинская 47, построенная на основе установленных корреляционных связей.

Ключевые слова: баженовская свита, литологический состав, интерпретация электрического и радиоактивного каротажа.

Баженовская свита привлекает внимание нефтяных компаний в связи с перспективой добычи из них сланцевой нефти. Она является одним из наиболее важных объектов по наращиванию ресурсной базы в Западной Сибири. В настоящее время уделяется большое внимание изучению литологического состава и емкостных характеристик баженовской свиты в комплексе с результатами геофизических исследований скважин (ГИС). Исследования в основном касаются центральных районов распространения свиты [Мосунов, Яцкевич, 2005; Зиганбаев, Сулейманов, 2013; Куляпин, Соколова, 2013; Павлова, Эдер, Замирайлова, 2015; Федосеев, Глинских, Казаненков, 2018; Эпов и др., 2019]. Вопрос взаимосвязи геофизических параметров разреза, полученных по результатам ГИС, с литолого-геохимическими характеристиками пород, основанных на аналитических исследованиях керна юго-восточных районов распространения баженовской свиты, освещен слабо.

Баженовская свита относится к волжскому ярусу и нижней части рязанского яруса (титон-берриас) позднеюрско-раннемелового возраста. Аналитическими литолого-геохимическими результатами комплексных исследований пород баженовской свиты в юго-восточной части Западной Сибири наиболее охарактеризована Нюрольская мегавпадина

(тектонический элемент юрского структурного яруса по [Конторович и др., 2001]), расположенная в юго-западной части Томской области (рис. 1).

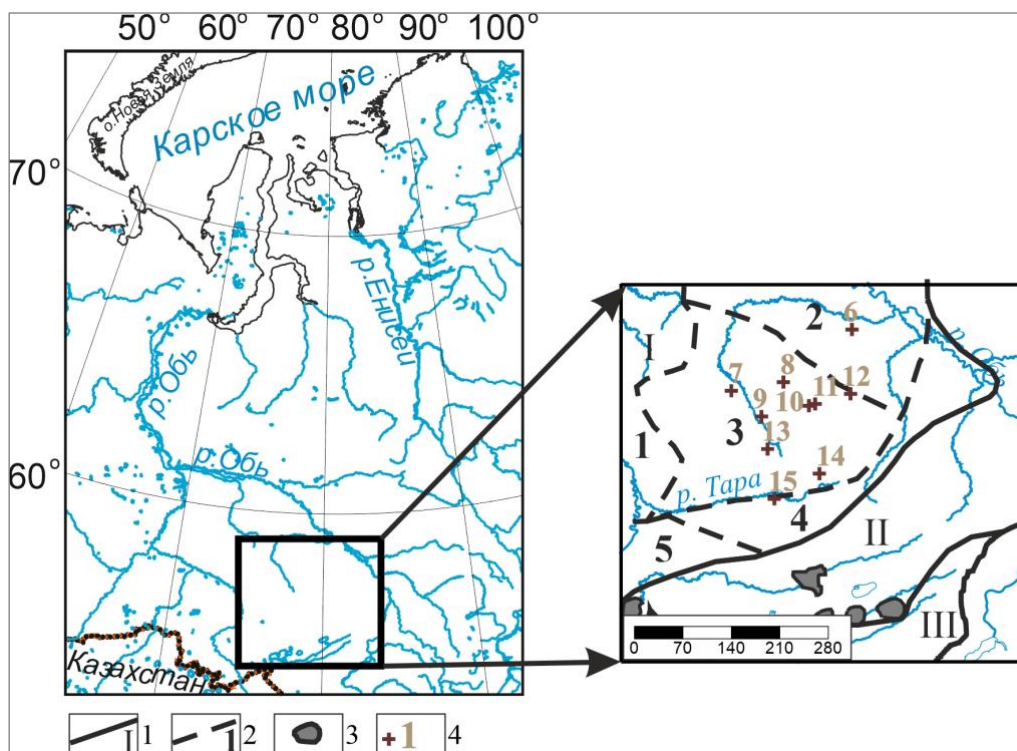


Рис. 1. Обзорная карта территории исследования

Границы: 1 - распространения свит (I - баженовская, II - марьяновская, III - баганская) (по [Рыжкова и др., 2018]), 2 - типов разреза баженовской свиты (1 - салымский, 2 - вахский, 3 - нюрольский, 4 - колпашевский, 5 - омский) (по [Рыжкова, Пономарева, Замирайлова, 2020] с изменениями), 3 - участков отсутствия юрских отложений; 4 - скважины, в которых изучен керн баженовской свиты (6 - Торцовая, 7 - Глуховская, 8 - Западно-Квензерская, 9 - Южно-Майская, 10 - Арчинская, 11 - Пельгинская, 12 - Рыбальная, 13 - Средне-Юлжасовская, 14 - Ракутинская, 15 - Межовская).

Первоначально считалось, что баженовская свита имеет однородный литологический состав и представлена преимущественно аргиллитами [Гурова, 1960]. Результаты детальных аналитических исследований пород из разных районов распространения свиты показали их многокомпонентный состав ([Зарипов, Ушатинский, 1976; Занин, Замирайлова, Эдер, 2005] и др.). Основная часть в разрезе представлена кремнистым, глинистым, карбонатным, органическим веществом (ОВ) и пиритом. В практике литологической интерпретации ГИС в ходе анализа керн-ГИС устанавливают взаимосвязи физических характеристик пород баженовской свиты с данными разных видов каротажа ([Павлова, Эдер, Замирайлова, 2015; Калмыков, Балущкина, 2017; Глинских, Федосеев; 2019; Эпов и др., 2019] и др.). При этом определение пород у разных авторов основано на различных классификациях [Куляпин, Соколова, 2013; Павлова, Эдер, Замирайлова, 2015; Федосеев, Глинских, Казаненков, 2018].

Для баженовской свиты центральных, юго-восточных и южных районов разработана единая классификация пород [Конторович и др., 2016]. Разрезы юго-восточных районов

представлены преимущественно переслаиванием микститов, отличающихся соотношением кремнистой, глинистой, карбонатной, углеродистой компонент пород [Конторович и др., 2016; Замирайлова и др., 2019]. Подобный «однородный» состав свиты создает трудности в литологическом расчленении разреза по данным каротажа скважин. В связи с этим, поставлена задача выявить взаимосвязи содержания кремнистой, глинистой, карбонатной компонент, ОВ и пирита от типов электрического и радиоактивного каротажа, и на основе установленных зависимостей построить объёмную литологическую модель разреза. В последующем полученные результаты будут использованы для составления модели литологического состава баженовской свиты в юго-восточных районах Западной Сибири по материалам каротажа скважин.

Фактический материал и методика исследования

Объектом исследования стали данные электрического и радиоактивного каротажа и результаты литолого-геохимических исследований керна скважин Арчинская 47, Южно-Майская 413 и Западно-Квензерская 4 (см. рис. 1). Материалы литолого-геохимических исследований 196 образцов пород (108, 44, 44, соответственно) представлены содержанием следующих компонентов: минералы кремнезема, глинистые минералы, полевые шпаты, карбонатные минералы, ОВ и пирит. Минералогический состав образцов керна определялся по результатам рентгенодифрактометрических, электронно-микроскопических исследований, спектрального анализа глинистой фракции в инфракрасной области спектра. Учитывались также определения концентрации породообразующих химических элементов методом рентгенофлуоресцентного анализа (РФА), определения форм железа и серы, концентрации $S_{орг}$ в породах, определения элементного состава керогена. Методика литологических исследований подробно приведена в работе [Замирайлова и др., 2019]. Следует отметить, пересчет на минеральный состав, согласно [Розен и др., 2000], предполагает нормирование до 100%. Средние нормированные значения по скважинам, приведенные на рис. 2, отражают существенное отличие изучаемых разрезов от центральных районов Западной Сибири. Содержание карбонатного материала редко превышает 2-5%, в среднем составляя 5% (в центральных районах 14%), содержание кремнезема по сравнению с центральным районом сокращается 30-32% (39%), а глинистого материала увеличивается 29-38% (19%). Для корректной увязки по глубине материалов изучения керна и значений геофизических параметров, полученных в ходе ГИС, проведен комплексный анализ гамма-каротажа, гамма-спектрометрии керна и гамма-спектрометрии образцов пород.

В качестве основного объекта исследования принят разрез баженовской свиты в скв. Арчинская 47, так как имеющийся материал охватывает разрез указанной свиты, а также

подстилающую георгиевскую и перекрывающую куломзинскую свиты. В скв. Южно-Майская 413 охарактеризована верхняя половина баженовской свиты и перекрывающая куломзинская свита, а в скв. Западно-Квензерская 4 - средняя и нижняя части баженовской свиты и подстилающая георгиевская свита.

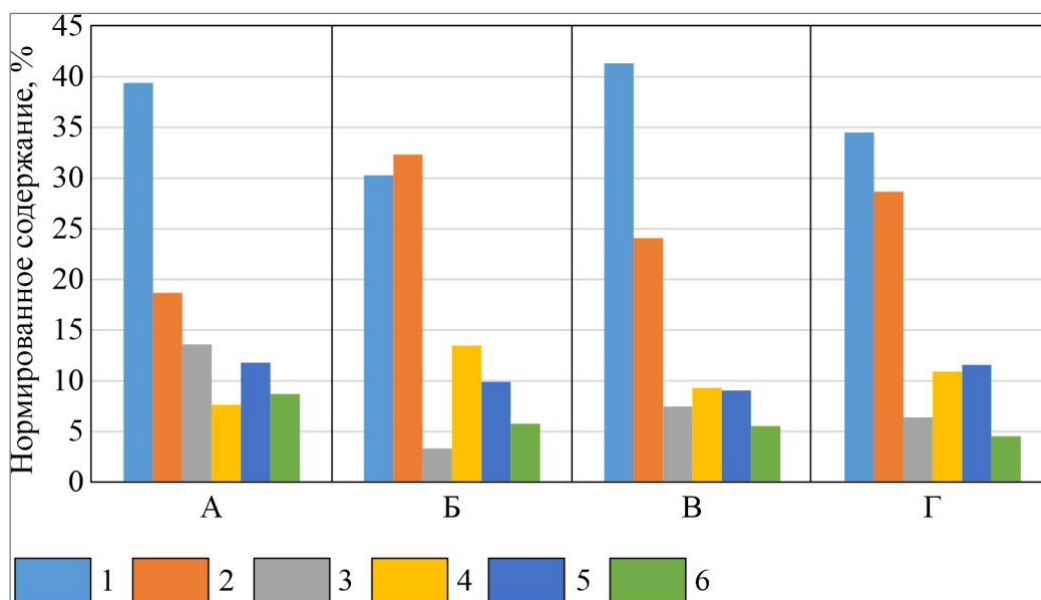


Рис. 2. Диаграммы характеристик средних нормированных содержаний компонентов пород баженовской свиты

А - центральные районы; скважины: Б - Арчинская 47, В - Западно-Квензерская 4, Г - Южно-Майская 413.

1 - кремнистый материал, 2 - сумма глинистых минералов, 3 - сумма карбонатных минералов, 4 - полевые шпаты, 5 - ОВ, 6 - пирит.

Методика представленных исследований заключалась в установлении корреляционных взаимосвязей содержания кремнистой, глинистой, карбонатной компонентов пород, пирита и ОВ с данными бокового (ВК), микробокового (МВК), индукционного (ИК) каротажа, гамма-каротажа (ГК), каротажа по тепловым нейтронам (НКТ), плотностного (GGK) и водородосодержания (W). Глинистая компонента представлена суммой содержания глинистых минералов и полевых шпатов. Данные ВК, МВК и ИК для анализа переведены в логарифмический масштаб. Методика подразумевает проведение исследований в несколько этапов, включающих подготовку материала и его анализ различными способами.

Каротаж по скважинам выполнен с шагом 0,2 м. Увязка образцов с глубиной по керну выполнена с точностью 0,1 м. Для получения значений всех видов каротажа в образцах, не соответствующих шагу измерений по керну, геофизические характеристики пересчитывались. Для корректного выполнения исследования все значения ГИС нормированы, т.е. пересчитаны в диапазоне от 0 до 1.

В программном пакете Excel с помощью статистических графиков рассчитаны

множественные коэффициенты детерминации (далее будут упоминаться как коэффициенты детерминации) между вышперечисленными параметрами. Для качественной оценки показателей тесноты связи использована шкала Чеддока [Бараз, 2005] (табл. 1).

Таблица 1

Шкала Чеддока качественной оценки показателей тесноты связи (по [Бараз, 2005])

Количественная мера тесноты связи	Качественная характеристика силы связи
0,1-0,3	Слабая
0,3-0,5	Умеренная
0,5-0,7	Заметная
0,7-0,9	Высокая
0,9-0,99	Весьма высокая

В программном пакете GeoOffice Solver проведен анализ трехмерных зависимостей, которые послужили основой расчета содержания компонентов в породе с шагом 0,1 м.

Образцы с аномальными (более 20%) содержаниями карбонатного материала и пирита, формирование которых, как показано в работах ([Калмыков, Балушкина, 2017; Эдер, 2020] др.), связано с вторичными преобразованиями состава пород на геохимических барьерах, из выборки для трехмерного моделирования исключены.

Результаты

Заметная и высокая теснота связи глинистой компоненты, суммы кремнистой, глинистой компонент и альбита, ОВ и пирита установлены с удельным электрическим сопротивлением (данные ВК, МВК), индукционной проводимостью (данные ИК), радиоактивностью (данные ГК, НКТ), плотностью (данные GGK) и содержанием водорода (данные W) (табл. 2).

Глинистые компоненты пород высоко связаны ($R^2 > 0,7$) с показаниями электрических типов каротажа (ИК, ВК, МВК). Закономерное увеличение глинистого материала от нижней части баженовской свиты к куломзинской свите выражается в снижении удельного электрического сопротивления (рис. 3). Глины в терригенном разрезе, как известно, однозначно выделяются по данным радиоактивного каротажа. Снижение концентрации этого компонента (менее 50%) в разрезе баженовской свиты закономерно приводит к существенному ухудшению взаимосвязи с данными ГК и НКТ, что наглядно отражает умеренная теснота связи глинистой компоненты от ГК и НКТ в этом интервале разреза (см. табл. 2).

На диаграмме разделение на три группы значений, характеризующих взаимосвязь содержания глинистой компоненты и показаний гамма-каротажа, отражает влияние содержания ОВ, и карбонатного вещества и типа глинистых минералов (рис. 4).

Таблица 2

Коэффициенты детерминации и количество образцов в выборке уравнений зависимости литологических и геофизических параметров

Тип каротажа	Компоненты пород							
	Глинистая		Сумма кремнистой и глинистой		Органическое вещество		Пирит	
	R ²	Кол-во образцов, шт.	R ²	Кол-во образцов, шт.	R ²	Кол-во образцов, шт.	R ²	Кол-во образцов, шт.
БК	0,70	93	0,72	70	0,72	91	0,11	81
МБК	0,72	93	0,77	70	0,71	91	0,05	81
IKLog	0,76	93	0,76	70	0,83	65	0,12	81
GK	0,41*	35*	0,42	86	0,61	81	0,44	81
NKTB	0,58*	35*	0,44	86	0,61	32*	0,61	81
GGK	0,68	79	0,64	84	0,84	101	0,55	81
W	0,36	79	0,49	84	0,63	95	0,60	81
БК, МБК								
БК, GK								
NKTB, GK								

	- 1
	- 2

Цветом выделены параметры, по которым расчет компонентов пород выполнен по результатам анализа: 1 - двумерных связей, 2 - трехмерных связей.

* - выборка охватывает верхнюю и центральную части баженовской свиты.

Красным шрифтом выделены параметры, характеризующиеся заметной и высокой связью.

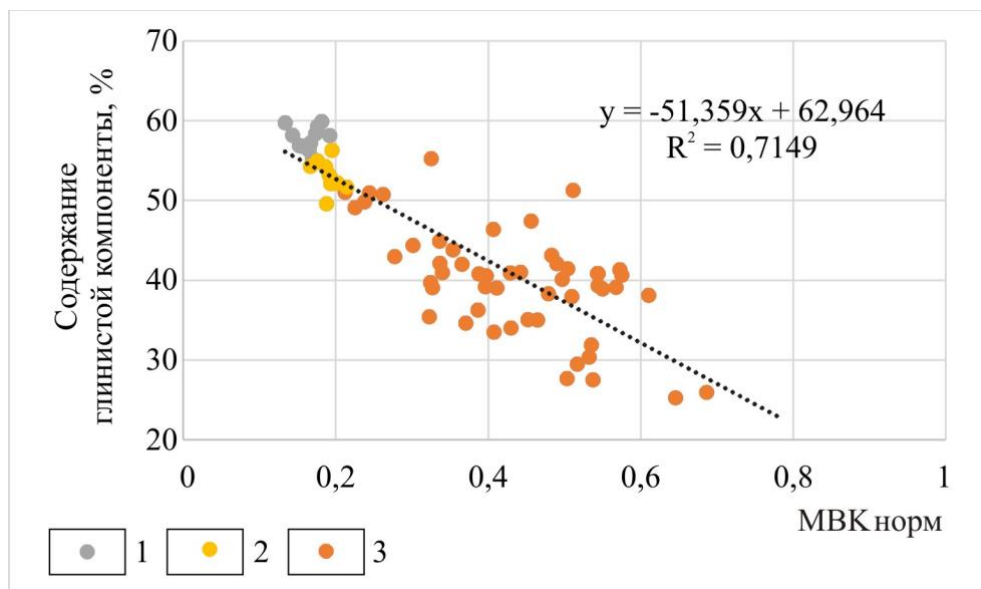


Рис. 3. График взаимосвязи содержания глинистой компоненты пород и значений микробокового каротажа

Образцы керна характеризующие: 1 - куломзинскую свиту, 2 - переходный разрез, включающий литолого-геохимические признаки куломзинской и баженовской свит, 3 - баженовскую свиту.

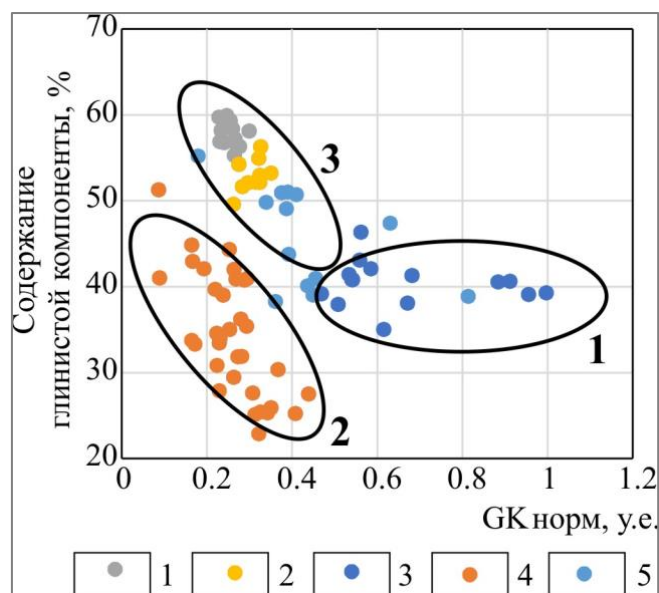


Рис. 4. Диаграмма взаимосвязи глинистой компоненты пород и гамма-активности

Образцы керна характеризующие: 1 - куломзинскую свиту, 2 - переходный интервал разреза, включающий литолого-геохимические признаки преимущественно куломзинской свиты, 3 - верхнюю часть баженовской свиты, 4 - среднюю и нижнюю части баженовской свиты, 5 - переходный интервал разреза, включающий литолого-геохимические признаки преимущественно баженовской свиты.

Группа 1 характеризуется высоким содержанием ОБ, что отражается в преобладании высокорadioактивных образцов породы ($ГК > 30$ мкР/ч). Группы 2 и 3 находятся в едином диапазоне изменения показателей гамма-каротажа, при этом поле 3 от поля 2 отличается повышенными значениями содержаний глинистого материала (39,8%, причем в составе глинистого материала преобладает иллит, а каолинит отсутствует), низкими содержаниями ОБ (около 6,5%) и карбонатного материала (2,2%). Суммарное среднее содержание суммы кремнистой и глинистой компоненты пород по трём группам изменяется незначительно: от 70,8 до 86,1%.

Пирит в анализируемом интервале разреза, как обосновано результатами детальных литологических исследований, образуется в диагенезе и в катагенезе [Эдер, 2020]. Ранее считалось, что низкие показания проводимости на индукционном каротаже связаны с высоким содержанием пирита в баженовской свите. В изученной выборке содержание пирита в баженовской и куломзинской свитах отличается незначительно, в основном не превышая 6%. Индукционная проводимость интервалов свит отличается почти в два с половиной раза (средний показатель по куломзинской свите - около 170 Ом·м, а по баженовской - 65 Ом·м). Высокие (более 8%) содержания пирита отражаются в показаниях бокового и микробокового каротажа. В изученном разрезе подобные прослои пирита редки. Прослои, характеризующиеся низким удельными электрическими сопротивлениями (менее 7 Ом·м), ассоциируются с вторичным накоплением пирита в нижнемеловой части разреза на

«геохимических барьеров» описанных в работе [Эдер, 2020]. В разрезе баженовской свиты прослой пирита с высокими показателями сопротивления сопутствуют прослоям, обогащенным ОВ.

Высокая теснота связи содержания ОВ и кремнистой компоненты пород установлена с показаниями индукционного каротажа (рис. 5). Объясняет эту зависимость биогенное происхождение кремнистого вещества, как указано в работах ([Конторович и др., 2016; Калмыков, Балущкина, 2017] и др.).

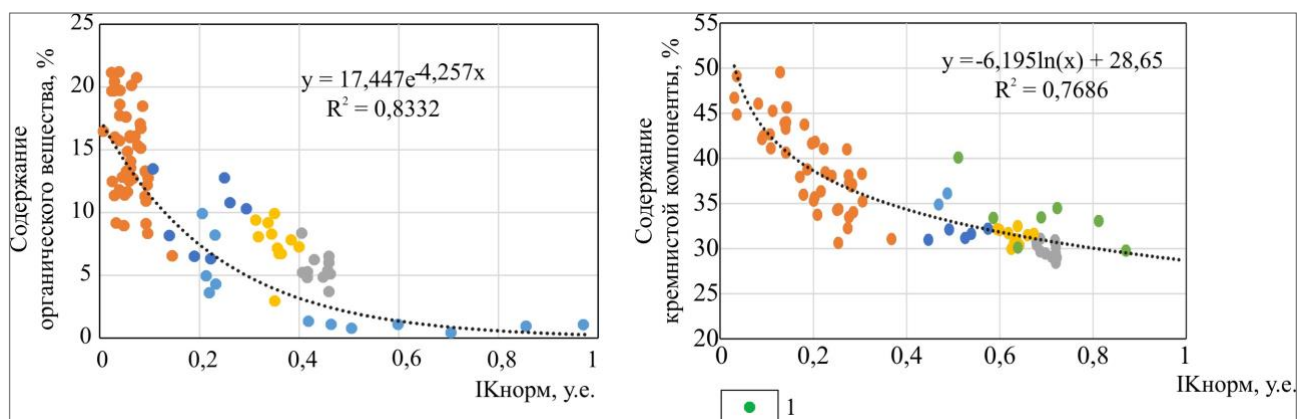


Рис. 5. Графики взаимосвязи содержания органического и кремнистого вещества пород и индукционного каротажа

1 - образцы керн характеризующие георгиевскую свиту. Остальные усл. обозначения см. на рис. 4.

Содержание карбонатной компоненты пород слабо связано с показаниями электрического и радиоактивного каротажа. Как уже упоминалось, использованные для анализа результаты подсчета компонентного состава пород получены путем пересчета с нормированием до 100%. В связи с этим предположено, что содержание карбонатной компоненты можно получить вычитанием от 100 рассчитанных содержаний кремнистой, глинистой компоненты, ОВ и пирита. Сопоставление фактических и расчетных значений содержания карбонатной компоненты показало отсутствие существенных расхождений по разрезу, за исключением интервалов аномальных содержаний связанных, как сказано выше, с вторичными процессами преобразования пород.

Схожая характеристика тесноты связи показателей электрического и радиоактивного каротажа скважин с компонентами пород по результатам двумерного моделирования установлена по разрезам скважин Южно-Майская 413 и Западно-Квензерская 4 (табл. 3).

Выявленные взаимосвязи и полученные по результатам трехмерного моделирования зависимости использованы для построения объемных литологических моделей разреза скважин Арчинская 47 и Западно-Квензерская 4 (рис. 6, 7).

Таблица 3

Характеристика коэффициентов детерминации в уравнениях зависимости литологических и геофизических параметров

КП	ВК			ИК			ГК			НКТВ		
	А47	ЮМ413	ЗК4	А47	ЮМ413	ЗК4	А47	ЮМ413	ЗК4	А47	ЮМ413	ЗК4
1	0,53	0,54	0,31	0,69	0,73	0,70	0,00	0,29	0,36	0,00	0,32	0,37
2	0,70	0,63	0,68	0,76	0,70	0,80	0,03	0,61	0,30	0,32	0,54	0,38
3	0,63	0,47	0,33	0,01	0,10	0,60	0,04	0,38	0,53	0,07	0,25	0,76
4	0,72	0,24	0,36	0,76	0,15	0,60	0,42	0,64	0,30	0,44	0,50	0,65
5	0,72	0,70	0,32	0,83	0,38	0,69	0,61	0,70	0,72	0,54	0,67	0,72
6	0,11	0,09	0,32	0,12	0,00	0,44	0,44	0,42	0,63	0,61	0,45	0,42

Скважины: А47 - Арчинская 47, ЮМ413 - Южно-Майская 413, ЗК4 - Западно-Квензерская 4; КП - компоненты пород: 1 - кремнистая, 2 - глинистая, 3 - карбонатная, 4 - СКГП (сумма кремнистой и глинистой компонент), 5 - ОВ, 6 - пирит.

Несмотря на схожесть показателей тесноты связи параметров каротажа скважин и компонентного состава пород, использование зависимостей, полученных на основе трехмерного моделирования литологического состава разреза баженовской и куломзинской свит скв. Арчинская 47, для построения объемных литологических моделей разрезов других скважин Нюрольского района показало удовлетворительные результаты только в отдельных интервалах разреза.

Выводы

Установленные статистически значимые взаимосвязи глинистой компоненты, суммы кремнистой и глинистой компонент, ОВ и пирита от данных электрического и радиоактивного каротажа, а также влияние содержания отдельных компонентов породы на указанные геофизические характеристики свидетельствуют о высокой результативности применения моделирования литологических параметров от данных электрометрического и радиоактивного каротажа для восстановления литологического состава баженовской свиты юго-восточных районов Западно-Сибирского осадочного бассейна.

Для моделирования состава пород указанной части бассейна следует использовать результаты анализа аналитическими методами исследования разреза баженовской свиты, выделенного в соответствии со стратотипом свиты, совместно с прилегающей частью куломзинской свиты толщиной около 10 м.

Полученные по результатам статистического анализа зависимости не универсальны и требуют корректировки для каждой локальной площади.

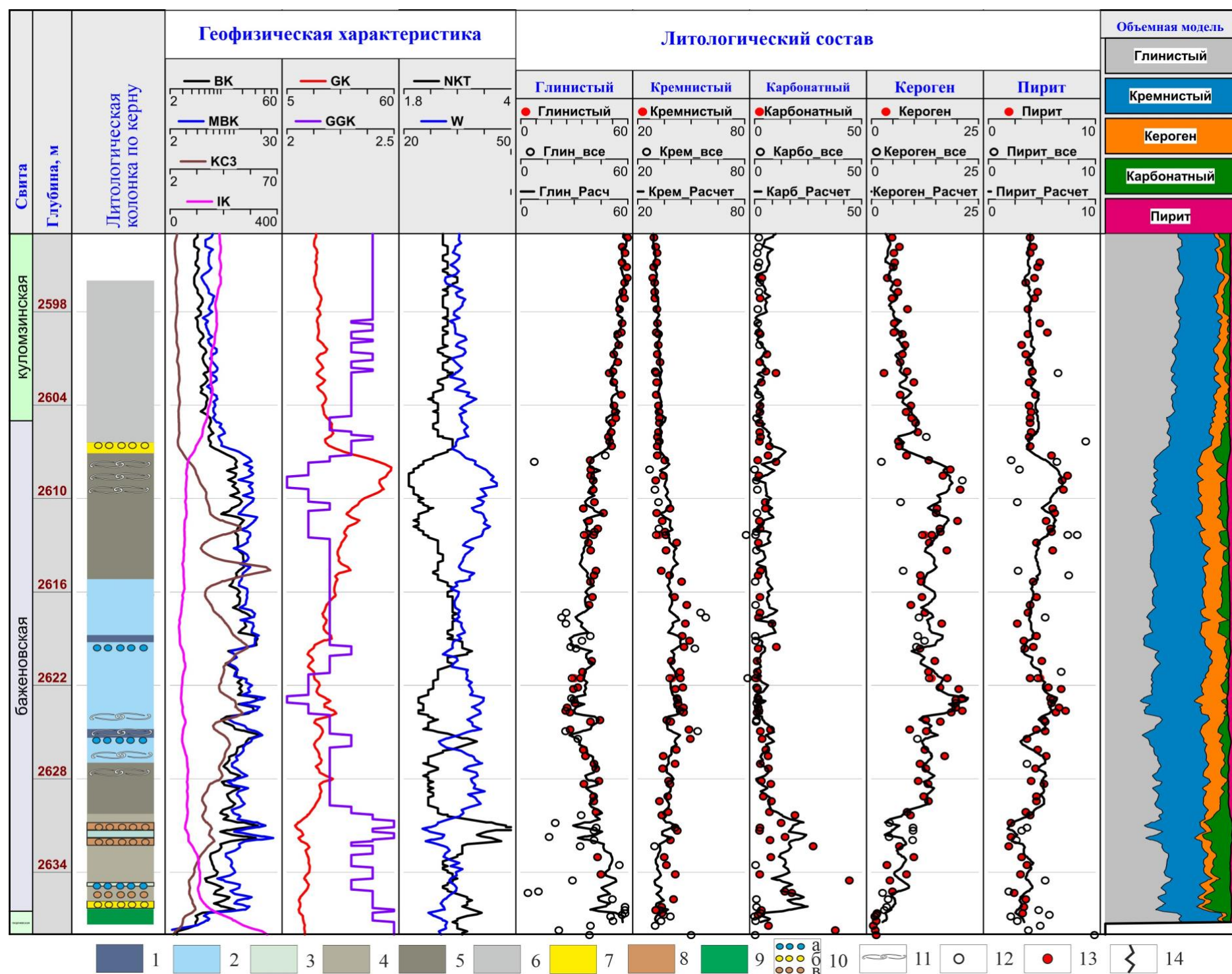


Рис. 6. Геолого-геофизический планшет по скважине Арчинская 47

Породы: 1 - силициты керогеновые; микститы: 2 - кероген-глинисто-кремнистые, 3 - глинисто-кремнистые, 4 - кремнисто-глинистые, 5 - кероген-кремнисто-глинистые, 6 - кремнисто-глинистые; 7 - известняк, 8 - доломит; 9 - глинистые породы георгиевской свиты; 10 - радиоляриты: а) кремнистые, б) карбонатизированные, в) доломитизированные; 11 - прослои, насыщенные остатками раковин двустворок; к литологическому составу: 12 - изученные образцы пород, 13 - образцы, которые учтены при построении зависимости, 14 - расчетная кривая содержания компонентов пород.

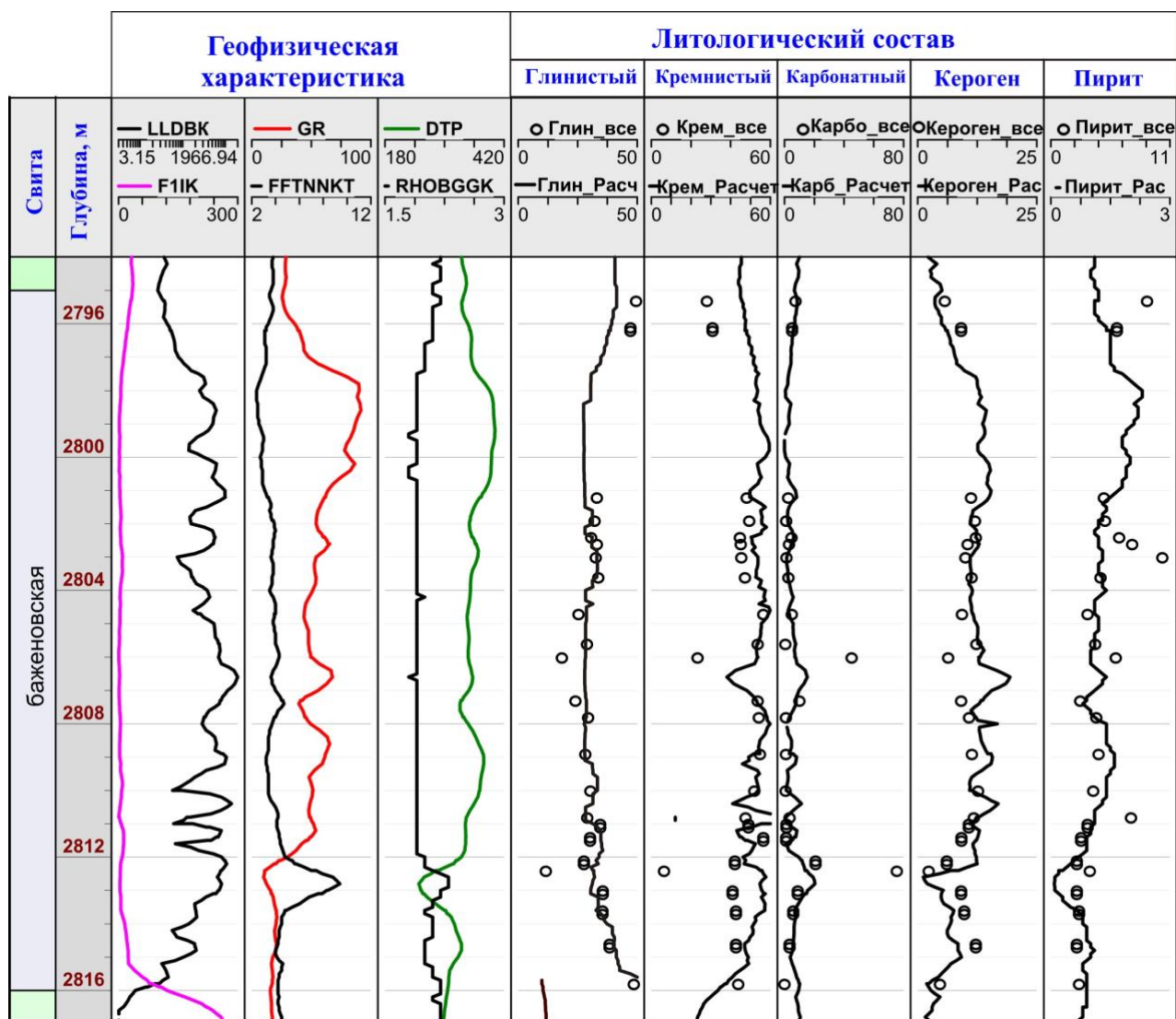


Рис. 7. Геолого-геофизический планшет по скважине Западно-Квензерская 4

Усл. обозначения см. на рис. 6.

Представленные результаты, безусловно, не окончательные. В работе не рассмотрен вопрос влияния минералогического состава глинистой компоненты пород, ствола скважины и состава бурового раствора на установленное отличие геофизических показателей в скважинах, характеризующихся схожим составом пород. Решение этого вопроса, а также использование полученных уравнений для расчета компонентов пород в разрезах скважин, охарактеризованных керном и расположенных, как и Арчинская 47, в пределах Нюрольской мегавпадины позволит детализировать сделанные выводы.

Исследование выполнено при финансовой поддержке проекта ФНИ № 0266-2019-0006.

Литература

Бараз В.Р. Корреляционно-регрессионный анализ связи показателей коммерческой деятельности с использованием программы Excel: учебное пособие. - Екатеринбург: ГОУ ВПО «УГТУ–УПИ», 2005. - 102 с.

Глинских В.Н., Федосеев А.А. Новый подход к литолого-электрофизической интерпретации данных электромагнитных зондирований в интервалах баженовской свиты // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. - 2019. - № 4. - С. 80-88.

Гурова Т.И. О вещественном составе верхнеюрских отложений Западно-Сибирской низменности // Доклады АН СССР. - 1960. - Т.134. - № 4. - С. 924-927.

Замирайлова А.Г., Костырева Е.А., Эдер В.Г., Рыжкова С.В., Сотнич И.С. Литолого-геохимическая характеристика георгиевской, баженовской и куломзинской свит на Арчинской площади (Нюрольская впадина, Томская область) // Геология нефти и газа. - 2019. - № 3. - С. 99-113.

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 В.А., Ушатинский И.Н. Особенности формирования, строения и состава битуминозных отложений баженовской свиты в связи с их нефтеносностью // Труды ЗапСибНИГРИ, вып.113. - Тюмень, 1976. - С.53-71.

Зиганбаев А.Х., Сулейманов Д.Д. Прогнозирование литологической изменчивости баженовской свиты при помощи синхронной инверсии // Нефтяное хозяйство. - 2013. - № 10. - С. 46-49.

Калмыков Г.А., Балушкина Н.С. Модель нефтенасыщенности порового пространства пород баженовской свиты Западной Сибири и ее использование для оценки ресурсного потенциала. - М: ГЕОС, 2017. - 246 с.

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.

Конторович В.А., Беляев С.Ю., Конторович А.Э., Красавчиков В.О., Конторович А.А., Супруненко О.И. Тектоническое строение и история развития Западно-Сибирской геосинеклизы в мезозое и кайнозое // Геология и геофизика. - 2001. - Т. 42. - № 11-12. - С. 1832-1845.

Куляпин П.С., Соколова Т.Ф. Использование статистического подхода при интерпретации данных ГИС в нефтематеринских породах баженовской свиты Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции // Технологии сейсморазведки. - 2013. - № 3. - С. 28-42.

Мосунов А.Ю., Яцкевич И.М. Особенности определения литотипов пород баженовской свиты по данным геофизических исследований скважин // Нефтяное хозяйство. - 2005. - № 9. - С. 164-165.

Павлова М.А., Эдер В.Г., Замирайлова А.Г. Модель баженовской свиты на примере данных участка Салымского месторождения // Геология нефти и газа. - 2015. - № 3. - С. 57-62.

Розен О.М., Аббясов А.А., Мигдисов А.А., Ярошевский А.А. Программа MINLITH для расчета минерального состава осадочных пород: достоверность результатов в применении к отложениям древних платформ // Геохимия. - 2000. - № 4. - С. 431-444.

Рыжкова С.В., Буриштейн Л.М., Еришов С.В., Казаненков В.А., Конторович А.Э., Конторович В.А., Нехаев А.Ю., Никитенко Б.Л., Фомин М.А., Шурыгин Б.Н., Бейзель А.Л., Борисов Е.В., Золотова О.В., Калинина Л.М., Пономарева Е.В. Баженовский горизонт Западной Сибири: строение, корреляция и толщины // Геология и геофизика. - 2018. - Т. 59. - № 7. - С. 1053-1074.

Рыжкова С.В., Пономарева Е.В., Замирайлова А.Г. Строение баженовского резервуара и прогноз нефтеносности горизонта Ю0 баженовской свиты в юго-восточных районах Западной Сибири // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2020. - Т.15. - №4. - http://www.ngtp.ru/rub/2020/38_2020.html. DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/38_2020

Федосеев А.А., Глинских В.Н., Казаненков В.А. Относительное содержание породообразующих компонентов и основные литологические типы пород баженовской свиты и её стратиграфических аналогов по данным геофизических исследований скважин и керн // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2018. - Т.13. - №2. - http://www.ngtp.ru/rub/2/15_2018.pdf. DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/15_2018

Эдер В.Г. Пиритизация пород зон перехода черносланцевой толщи к вмещающим отложениям на примере баженовской свиты Западной Сибири // Литология и полезные ископаемые. - 2020. - № 3. - С. 257-271.

Эпов М.И., Глинских В.Н., Петров А.М., Сухорукова К.В., Федосеев А.А., Нечаев О.В., Никитенко М.Н. Частотная дисперсия электрофизических характеристик и электрическая анизотропия пород баженовской свиты по данным электрокаротажа // Нефтяное хозяйство. - 2019. - № 9. - С. 62-64.

Ryzhkova S.V., Fomin M.A.

Federal State Budgetary Scientific Institution Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences (IPGG SB RAS); Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia, RyzhkovaSV@ipgg.sbras.ru, FominMA@ipgg.sbras.ru

Zamirailova A.G., Kostyreva E.A.

Federal State Budgetary Scientific Institution Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences (IPGG SB RAS), Novosibirsk, Russia, ZamirailovaAG@ipgg.sbras.ru, KostyrevaEA@ipgg.sbras.ru

Pokryshkina E.M.

Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia.

LITHOLOGICAL INTERPRETATION OF WELL LOGGING DATA BELONGING TO BAZHENOV FORMATION OF THE SOUTH-EASTERN REGIONS OF WESTERN SIBERIA

The article presents the results of revealing the relationship between siliceous, clay, carbonate and organic substances and pyrite from the types of electrical and radioactive logging in Bazhenov Formation. The influence of the content of the listed rock-forming components on the geophysical characteristics is described. The volume lithological model of the Archin-47 well, constructed on the basis of established correlations, is presented.

Keywords: *Bazhenov Formation, lithological composition, interpretation of electrical and radioactive logging.*

References

Baraz V.R. *Korrelyatsionno-regressionnyy analiz svyazi pokazateley kommercheskoy deyatelnosti s ispol'zovaniem programmy Excel: uchebnoe posobie* [Correlation and regression analysis of the relationship of indicators of commercial activity using the Excel program: a textbook]. Ekaterinburg: GOU VPO «UGTU-UI», 2005, 102 p.

Eder V.G. *Piritizatsiya porod zon perekhoda chernoslantsevoy tolshchi k vmeshchayushchim otlozheniyam na primere bazhenovskoy svity Zapadnoy Sibiri* [Pyritization of rocks of transition zones of the Black shale strata to host rocks on the example of the Bazhenov Formation of Western Siberia]. *Litologiya i poleznye iskopaemye*, 2020, no. 3, pp. 257-271.

Epov M.I., Glinskikh V.N., Petrov A.M., Sukhorukova K.V., Fedoseev A.A., Nechaev O.V., Nikitenko M.N. *Chastotnaya dispersiya elektrofizicheskikh kharakteristik i elektricheskaya anizotropiya porod bazhenovskoy svity po dannym elektrokartazha* [Frequency dispersion of electrophysical characteristics and electrical anisotropy of Bazhenov Formation rocks, according to electrocarotage data]. *Neftyanoe khozyaystvo*, 2019, no. 9, pp. 62-64.

Fedoseev A.A., Glinskikh V.N., Kazanenkov V.A. *Otnositel'noe sodержanie porodoobrazuyushchikh komponentov i osnovnye litologicheskie tipy porod bazhenovskoy svity i ee stratigraficheskikh analogov po dannym geofizicheskikh issledovaniy skvazhin i kerna* [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]. *Neftgazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika*, 2018, vol. 13, no. 2, available at: http://www.ngtp.ru/rub/2/15_2018.pdf. DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/15_2018

Glinskikh V.N., Fedoseev A.A. *Novyy podkhod k litologo-elektrofizicheskoy interpretatsii dannykh elektromagnitnykh zondirovaniy v intervalakh bazhenovskoy svity* [A new approach to the lithological and electrophysical interpretation of electromagnetic sounding data in the intervals of the Bazhenov Formation]. *Geologiya i mineral'no-syr'evye resursy Sibiri*, 2019, no. 4, pp. 80-88.

Gurova T.I. *O veshchestvennom sostave verkhneyurskikh otlozheniy Zapadno-Sibirskoy nizmennosti* [On the material composition of the Upper Jurassic section of the West Siberian Lowland]. *Doklady AN SSSR*, 1960, vol.134, no. 4, pp. 924-927.

Kalmykov G.A., Balushkina N.S. *Model' neftenasyshchennosti porovogo prostranstva porod bazhenovskoy svity Zapadnoy Sibiri i ee ispol'zovanie dlya otsenki resursnogo potentsiala* [Model of oil

saturation of the pore space of rocks of the Bazhenov Formation of Western Siberia and its use for assessing the resource potential]. Moscow: GEOS, 2017, 246 p.

Kontorovich V.A., Belyaev S.Yu., Kontorovich A.E., Krasavchikov V.O., Kontorovich A.A., Suprunenko O.I. *Tektonicheskoe stroenie i istoriya razvitiya Zapadno-Sibirskoy geosineklizy v mezozoe i kaynozoe* [Tectonic structure and development history of the Western Siberian geosyncline in the Mesozoic and Cenozoic]. *Geologiya i geofizika*, 2001, vol. 42, no.11-12, pp. 1832-1845.

Kulyapin P.S., Sokolova T.F. *Ispol'zovanie statisticheskogo podkhoda pri interpretatsii dannykh GIS v neftematerinskikh porodakh bazhenovskoy svity Zapadno-Sibirskoy neftegazonosnoy provintsii* [The use of a statistical approach in the interpretation of GIS data in the Bazhenov Formation oil-source rocks of the West Siberian petroleum province]. *Tekhnologii seysmorazvedki*, 2013, no. 3, pp. 28-42.

Mosunov A.Yu., Yatskevich I.M. *Osobennosti opredeleniya litotipov porod bazhenovskoy svity po dannym geofizicheskikh issledovaniy skvazhin* [Features of Bazhenov Formation determining lithotypes according to the geophysical studies wells data]. *Neftyanoe khozyaystvo*, 2005, no. 9, pp. 164-165.

Pavlova M.A., Eder V.G., Zamiraylova A.G. *Model' bazhenovskoy svity na primere dannykh uchastka Salym'skogo mestorozhdeniya* [Model of the Bazhenov Formation on the example of data from the Salym field]. *Geologiya nefi i gaza*, 2015, no. 3, pp. 57-62.

Rozen O.M., Abbyasov A.A., Migdisov A.A., Yaroshevskiy A.A. *Programma MINLITH dlya rascheta mineral'nogo sostava osadochnykh porod: dostovernost' rezul'tatov v primenenii k otlozheniyam drevnikh platform* [The MINLITH program for sedimentary rocks mineral composition calculating: the reliability of the results when applied to the strata of ancient platforms]. *Geokhimiya*, 2000, no. 4, pp. 431-444.

Ryzhkova S.V., Burshteyn L.M., Ershov S.V., Kazanenkov V.A., Kontorovich A.E., Kontorovich V.A., Nekhaev A.Yu., Nikitenko B.L., Fomin M.A., Shurygin B.N., Beyzel' A.L., Borisov E.V., Zolotova O.V., Kalinina L.M., Ponomareva E.V. *Bazhenovskiy gorizont Zapadnoy Sibiri: stroenie, korrelyatsiya i tolshchiny* [Bazhenov Formation of Western Siberia: structure, correlation and thickness]. *Geologiya i geofizika*, 2018, vol. 59, no. 7, pp. 1053-1074.

Ryzhkova S.V., Ponomareva E.V., Zamiraylova A.G. *Stroenie bazhenovskogo rezervuara i prognoz neftenosnosti gorizonta Yu0 bazhenovskoy svity v yugo-vostochnykh rayonakh Zapadnoy Sibiri* [Structure of the bazhenov reservoir and forecast of oil content of the Yu0 productive level of the Bazhenov Formation in the south-eastern regions of Western Siberia]. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya i Praktika*, 2020, vol. 15, no. 4, available at: http://www.ngtp.ru/rub/2020/38_2020.html. DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/38_2020

Zamiraylova A.G., Kostyreva E.A., Eder V.G., Ryzhkova S.V., Sotnich I.S. *Litologo-geokhimicheskaya kharakteristika georgievskoy, bazhenovskoy i kulomzinskoy svit na Archinskoy ploshchadi (Nyurov'skaya vpadina, Tomskaya oblast')* [Litho-geochemical characteristics of the Georgiev, Bazhenov and Kulomzin Formations on Archin Square (Nyurov Depression, Tomsk region)]. *Geologiya nefi i gaza*, 2019, no. 3, pp. 99-113.

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 Western Siberian sedimentary basin]. *Litosfera*, 2005, no. 4, pp. 118-135.

Zaripov V.A., Ushatinskiy I.N. *Osobennosti formirovaniya, stroeniya i sostava bituminoznykh otlozheniy bazhenovskoy svity v svyazi s ikh neftenosnost'yu* [Features of the formation, structure and composition of bituminous deposits of the Bazhenov Formation in connection with their oil content]. *Trudy ZapSibNIGRI*, issue 113. Tyumen', 1976, pp. 53-71.

Ziganbaev A.Kh., Suleymanov D.D. *Prognozirovaniye litologicheskoy izmenchivosti bazhenovskoy svity pri pomoshchi sinkhronnoy inversii* [Forecasting the lithological variability of the Bazhenov Formation using synchronous inversion]. *Neftyanoe khozyaystvo*, 2013, no. 10, pp. 46-49.