

КЛАССИФИКАЦИЯ РАЗРЕЗОВ И ДЕТАЛЬНОЕ КАРТИРОВАНИЕ ДОМАНИКИТОВ

И.Д. Полякова, Л.А. Кроль, Г.Н. Перозио, Е.А. Предтеченская

Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья, г. Новосибирск

В качестве объекта исследования доманикитных отложений рассматривается баженовская свита. Для её конкретных разрезов разработана литолого-геохимическая идентификация данных стандартного каротажа (КС и ГК), на базе которой предлагается классификация разрезов и проведено картирование в масштабе 1:500 000 на юго-востоке и в центре Западно-Сибирской плиты. Установлено, что высокоомные и наиболее гамма-активные части разреза сложены глинисто-кремнисто-сапропелевыми породами. Они характеризуются повышенными и максимальными концентрациями органического вещества, преимущественно коллоальгинита. Типы разрезов выделены по соотношению, а классы по распределению породных групп, отражающихся на рисунке кривой кажущегося сопротивления по всей мощности свиты. В числе причин, определяющих особенности состава и строения разрезов – рельеф дна и глубина морского бассейна, который трансгрессировал в юго-восточную часть Западно-Сибирской плиты на начальном и особенно среднем этапах развития. Выявлены перспективные для поисков нефти типы и классы разрезов.

Ключевые слова: доманикиты, баженовская свита, кремнезём, органическое вещество, кажущееся сопротивление, гамма-активность.

ВВЕДЕНИЕ

Обогащённые сапропелевым ОВ, фосфором, ураном, тяжёлыми металлами и редкоземельными элементами толщи многократно накапливались в различные геологические эпохи во многих бассейнах мира. Они представляют собой высококачественные нефтематеринские отложения, генерирующие, а порой аккумулирующие нефть и одновременно являющиеся комплексным органоминеральным сырьём. По аналогии с хорошо изученным девонским домаником Русской платформы эти образования получили название доманикитных формаций.

Среди доманикитов наиболее известны: отложения куонамского типа Восточной Сибири (C_{1-2}), диктионемовые сланцы Прибалтики (C_3-Q_1), формации чаттануга и вудфорд (D_3), хат (C_1), чёрные сланцы (C_3), фосфория (P_2) и грин-ривер (P_2) Северной Америки, тогурская (J_1) и баженовская (J_3-K_1) свиты Западной Сибири, сапропелевые сланцы на юго-восточном Кавказе (K_2t), сапропелевые глины Китая (P_3-N_1). Далеко не полный перечень доманикитных отложений свидетельствует о периодическом возникновении близких условий седиментации, приводивших к вспышкам биопродуктивности в отдельных бассейнах. Максимальные ресурсы нефтей в стратифере Земли приурочены к верхней юре и

мелу, доманикитные отложения которых особенно обогащены сапропелевым ОВ.

Для изучения разнообразных по составу и строению доманикитных толщ разработана специальная методика, основанная на корреляции литолого-минералогических и геохимических показателей с данными стандартного каротажа (КС и ГК). В качестве объекта исследования выбрана баженовская свита.

Баженовская свита соответствует волжско-нижнеберриасской части разреза Западно-Сибирской плиты. Сложенная маломощными, обогащёнными органическим углеродом карбонатно-кремнисто-глинистыми отложениями, она относится к доманикитным формациям – основным генераторам промышленных нефтей в осадочных бассейнах. После выделения в 1959 г. [8] в качестве стратиграфической единицы свита вызывает постоянный интерес у многих исследователей [2, 4, 6, 7, 10, 11, 13, 25, 27]. Благодаря их капитальным трудам проведены региональные реконструкции условий накопления осадков и органического вещества в баженовском бассейне, а также выявлены особенности нефтеобразования и нефтенакпления в отложениях.

Периодически появляются работы о типах пород [12, 21, 24, 26], среди которых, кроме терригенных (глинистые), выделяются типы с биогенными компонентами (кремнисто-глинистые, карбонатно-

глинистые, глинисто-карбонатно-кремнистые, карбонатно-кремнистые, карбонатные и кремнистые), обязанные своим происхождением интенсивной биопродуктивности бассейна. В состав биогенной массы также входит сапропелевое вещество, количество которого увеличивается вместе с биогенным кремнезёмом в центральной и западной частях баженовского моря. Однако характер изменения типов пород по вертикали и на площади подробно изучен не был.

В 1998 г. вышли из печати статьи, в которых приводятся результаты детальных исследований конкретных разрезов баженовской свиты. В публикации А.Э.Конторовича, В.Н.Меленевского, Ю.Н.Занина и др. [14] проанализированы послойный состав, распределение и условия накопления терригенных, терригенно-биогенных типов отложений и органического вещества в разрезе одной из скважин Северо-Нивагальской площади, расположенной в Среднем Приобье. В работе Н.В. Лопатина, Т.П. Емец, О.И. Симоненковой, Ж.П. Эрбен [17] нашли отражение данные по представительной коллекции образцов (более 1000) баженовской свиты Сургутского и Салымского районов. Конкретные разрезы ряда скважин охарактеризованы геохимическим каротажем, который включает послойные литологические описания и определения на пиролизёре Rock-Eval, позволившие установить распределение $C_{орг}$ и оценить нефтегенерационный потенциал по вертикали. Столь подробные литолого-геохимические исследования, представленные в обеих статьях, открывают новый этап в развитии геологии нефти и газа, который позволяет увидеть неизвестные стороны эволюции бассейнов, существенно уточнить условия накопления осадочного материала в них и оценить генерационно-аккумуляционную эффективность домамикитов – главного источника “морских” нефтей различных регионов.

Последние публикации стимулировали наши усилия продолжить в том же русле детальные исследования на площади. С этой целью проведены литолого-геохимическая идентификация данных стандартного каротажа по хорошо изученным конкретным разрезам, их классификация и картирование. В результате выявились некоторые новые особенности седиментационной модели баженовской свиты, а также выделились перспективные типы и классы разрезов для проведения нефтепоисковых работ. Впервые полученные материалы были опубликованы в тезисной форме в 2000 г. [23].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

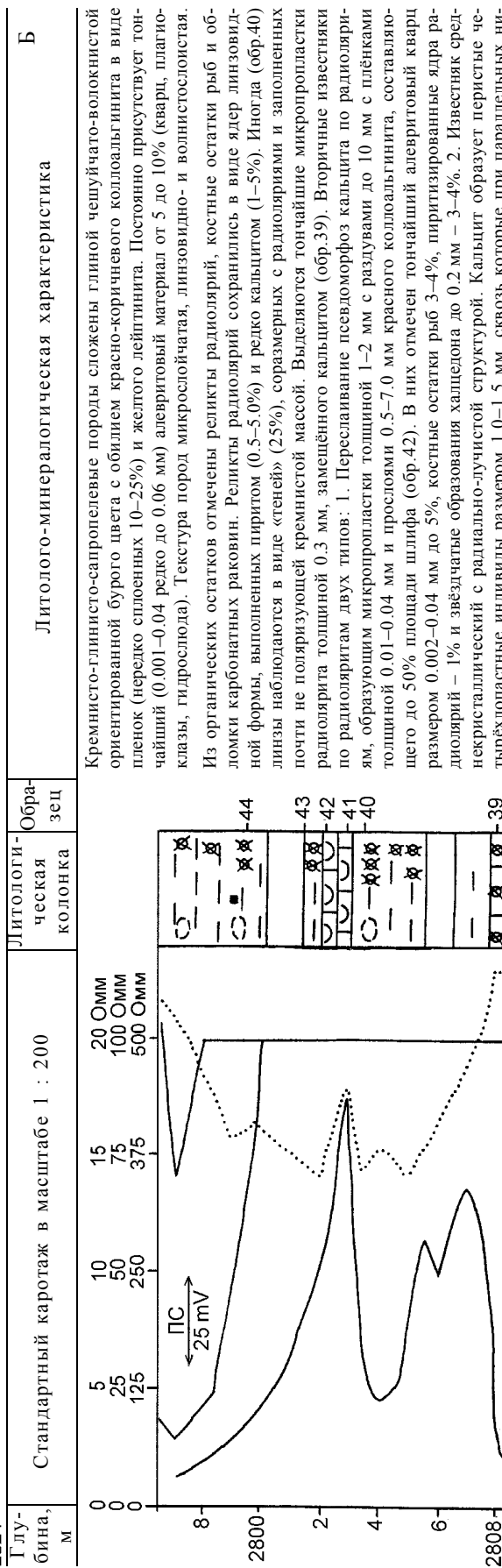
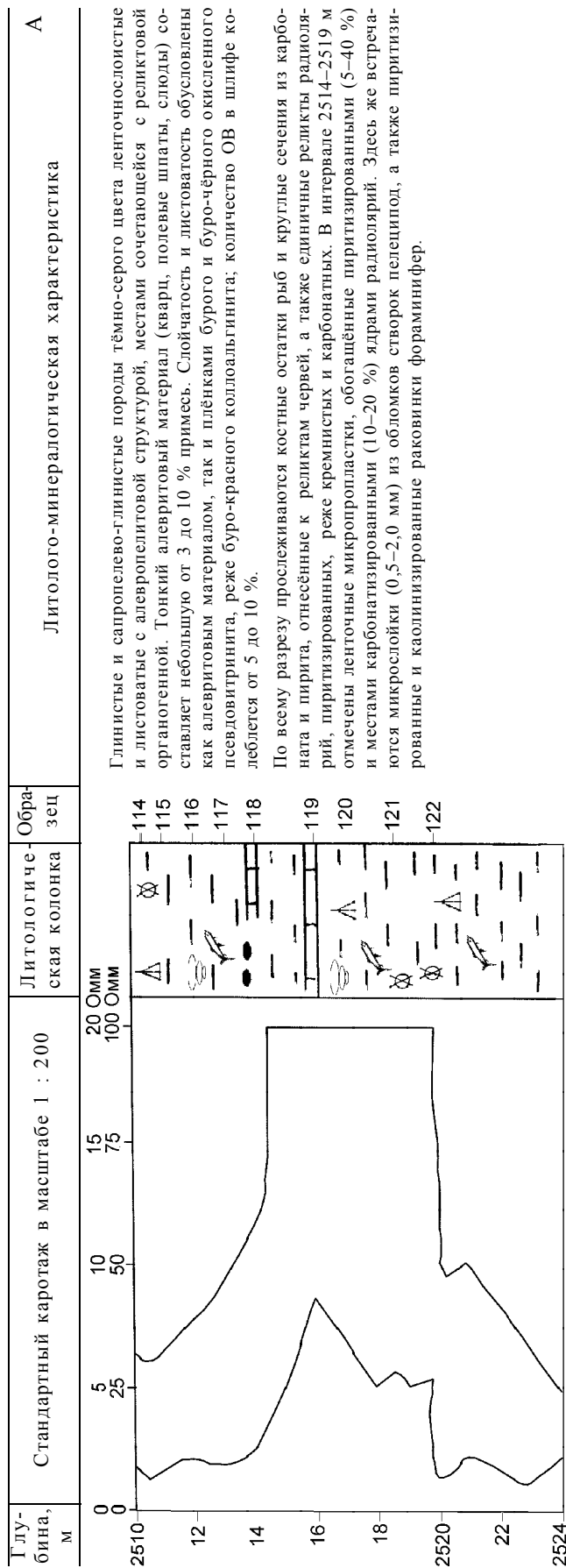
Исследования сосредоточились на территории Томской и юго-восточной части Тюменской областей. Более чем в 1000 скважинах проанализированы электрокаротажные (КС) и радиоактивные (ГК) диа-

граммы разрезов баженовской свиты, а в 125 скважинах подробно изучен керн, 967 образцов которого подверглись микроскопическому литолого-минералогическому описанию. Проанализированы опубликованные данные по геохимии органического вещества (ОВ). По имеющимся аналитическим материалам выделены эталонные разрезы, отражающие особенности строения свиты в различных частях территории. Сравнение литологического состава отложений и содержаний $C_{орг}$ с их геофизическими характеристиками позволило установить определённые соответствия терригенных, биогенно-терригенных и биогенных частей разреза величине кажущегося сопротивления и гамма-активности пород.

Соотношение терригенной и биогенной составляющих пород отражается на кривой КС, которая варьирует в широком диапазоне. На эталонных разрезах видно, что преимущественно глинистые отложения описываются кривой первого-второго масштабов, когда кажущееся сопротивление пород находится в интервале 20–100 Ом (рис.1А). Биогенная компонента (кремнезём, карбонат и органическое вещество) способствует увеличению КС, значения которого в зависимости от её содержания исчисляются в третьем масштабе и изменяются от 100 до 500 Ом (рис.1Б). Часто проявляется интересная связь величины КС от палеосодержаний радиолярий в породе. Ещё в 1985 г. Г.Н. Перозии и Е.А. Предтеченской [22] было введено понятие “палеосодержание радиолярий”, которое включает в себя сумму их видимых остатков с биоморфозами замещения или выполнения разными минералами, а также оставшихся пустот по всему объёму породы. Естественно, чем больше палеосодержание радиолярий, тем более кремнистой становится вмещающая порода. При этом считалось, что палеосодержание радиолярий $30\pm 5\%$ является количественным показателем, благоприятным для формирования баженитов.

Карбонатная составляющая в породах унавивается при сравнении конфигураций кривых КС и ГК. Её заметное присутствие выражается характерными встречными пиками этих кривых. Чем больше доля карбонатной составляющей в породе, тем контрастнее пики. Иногда их подчёркивает также кривая естественного поля ПС, пики которой согласуются с пиками КС, указывая тем самым на увеличение проницаемости пород, связанной с выщелачиванием (рис.1Б). Природа карбонатного вещества и время его образования в породе (первичное, вторичное) определяется при описании под микроскопом.

Результаты изучения геохимии ОВ, известные из [13, 14, 17, 19], а также собственные наблюдения использовались для выявления связи содержаний и состава ОВ с литолого-минералогическими характе-



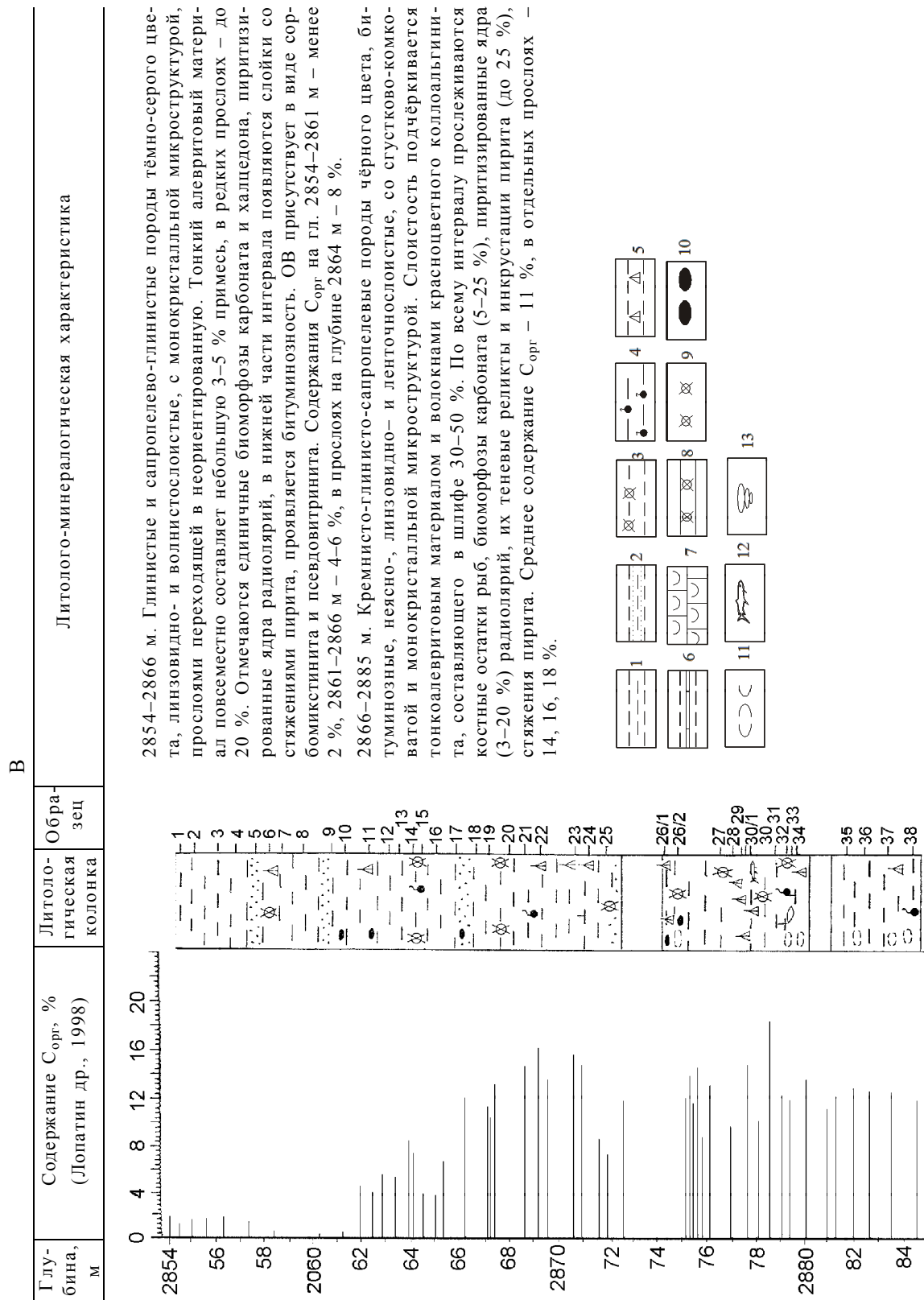


Рис. 1. Эталонные разрезы баженовской свиты по скважинам: Александровской, 2 (А); Куль-Еганской, 1 (Б); Салымской, 157 (В). Глинистые и сапропелево-глинистые породы: 1 – однородные, 2 – алевроитные (-товые), 3 – кремнистые, 4 – битуминозные, 5 – с биоморфозами карбоната, 6 – с прослоями биоморфозы карбоната; 7 – известняки со скульптурными скелетами радиолярий, 8 – радиолярит; биоморфозы по радиоляриям: 9 – кварц, халцедон, 10 – пиритизированные ядра, 11 – теневые реликты; 12 – костные остатки рыб, 13 – фораминиферы.

ристиками детально изученных отложений из эталонных разрезов (например, рис. 1В).

Микроскопическое исследование показало, что кремнистые породы обогащены сапропелевым ОВ в виде красного коллоальгинита, концентрирующегося в тонких прослоях волокнистого строения. Глинистым породам чаще свойственны бурый и темно-бурый сорбомикстинит гумусово-сапропелевого состава, порой окисленный, реже коллоальгинит, псевдовитринит и лейптинит. Эти данные бесспорно подтверждают выводы предшественников [14, 17] о синхронном обогащении отдельных частей разреза баженовской свиты SiO_2 и $C_{\text{орг}}$ и обусловленности этого факта высокой биопродуктивностью планктона в волжско-раннеберриасском бассейне [13]. В преимущественно глинистом разрезе накапливавшееся с меньшей активностью ОВ несёт в себе также черты наземного происхождения.

Установлено, что кремнисто-сапропелево-глинистым породам отвечает КС – 200–400 Омм и ГК – 30–50 γ , а глинисто-кремнисто-сапропелевым и глинисто-карбонатно-сапропелевым с заполняющей микропустоты нефтью – соответственно 400–700 Омм и 50–70 γ . В первых содержания $C_{\text{орг}}$ составляют в среднем 6–8 %, во вторых – 10–12 %, достигая в отдельных тончайших прослоях 30 %. Слои высокоуглеродистых отложений подчёркиваются пиками ГК со значениями, достигающими 60–100 γ , превосходящими средние характеристики на 20–40 %. Однако прямо пропорциональной зависимости между гамма-активностью пород и количеством ОВ не прослеживается, в чём мы полностью согласны с [20].

Высокоомные и радиоактивные породы баженовской свиты характеризуются не только значительной кремнистостью, но и обязательным присутствием больших концентраций коллоальгинита, заполняющего межслоевое пространство. Коллоальгинит, запечатанный в прослоях известняка, сопровождается резким повышением КС и нередко ГК. В биогенной компоненте баженовской свиты связь кремнезёма и коллоальгинита, карбоната и коллоальгинита, или этих трёх составляющих вместе одновременно весьма обычна, хотя она возникает не всегда. Если количество коллоальгинита незначительно или он отсутствует, то ни кремнистость, ни карбонатность сами по себе не могут обеспечить значительно-го роста КС пород, генерационный потенциал которых также невелик. Связь КС с коллоальгинитом, скорее всего, обусловлена существованием заполненных микронфтью пустот между образующими этот компонент волокнами. Наметившиеся ещё на седиментационном этапе пустоты увеличили свои объёмы в катагенезе вследствие бурно протекающих процессов генерации углеводородов.

Установленные на эталонных разрезах соответствия литолого-минералогического состава пород их геофизическим и геохимическим характеристикам стали основой для выделения типов и классов разрезов баженовской свиты и её картирования.

ТИПЫ РАЗРЕЗОВ

Если в начале 60-х годов предполагалось, что баженовская свита является литологически однородным телом, то в дальнейшем, когда появилось много новой информации, возникли другие взгляды. По керновому материалу, палеонтологическим остаткам и данным каротажа битуминозные отложения делились на пачки, распределение которых на площади определило особенности строения разрезов. Были выделены их литолого-стратиграфические типы, которым присваивались географические названия по территории распространения [2, 29].

Детальные исследования, основные моменты которого описаны в предыдущем разделе, позволили подойти к классификации разрезов с позиций количественных критериев: литолого-минералогического и геохимического, через которые стало возможным уточнить характер влияния отдельных причин на седиментацию доманикитных формаций, а также наметить не только основные очаги генерации жидких углеводородов, но и участки их возможной аккумуляции.

Типы разрезов выделялись по соотношению слагающих их породных групп. Известно, что в состав свиты входят породы терригенной, биогенно-терригенной и биогенной групп. Как было отмечено ранее, биогенная составляющая отложений приводит к увеличению их кажущегося сопротивления, величина которого на каротажных диаграммах баженовской свиты измеряется в третьем, а иногда и четвёртом масштабах. По мощности биогенно-терригенных и биогенных пород с КС третьего масштаба ($h_{3м}$), выраженной в процентах к общей мощности, различаются пять типов разрезов: I-ый – $h_{3м} = 0$ %; II-ой – $0 < h_{3м} \leq 25$ %; III-ий – $25 < h_{3м} \leq 50$ %; IV-ый – $50 < h_{3м} \leq 75$ %; V-ый – $h_{3м} > 75$ % (рис. 2). В первом, глинистом, типе по всему разрезу КС не превышает 100 Омм, во втором и третьем типах в отдельных частях разреза КС может находиться в интервале 100–500, в четвёртом и пятом – большая часть разреза попадает в интервал 250–500, а в некоторых слоях иногда достигает и 700 Омм. По конфигурации кривых КС и ГК в биогенной составляющей различаются кремнистая и карбонатная компоненты, присутствие которых учитывалось при более детальном разрезании разрезов на классы.

Выделенные типы разрезов имеют свои характеристики гамма-активности. Обычно в отложениях I – II-ых типов ГК изменяется в интервале 10–30 γ , III – IV-ых – 30–50 γ , V-ого – превышает

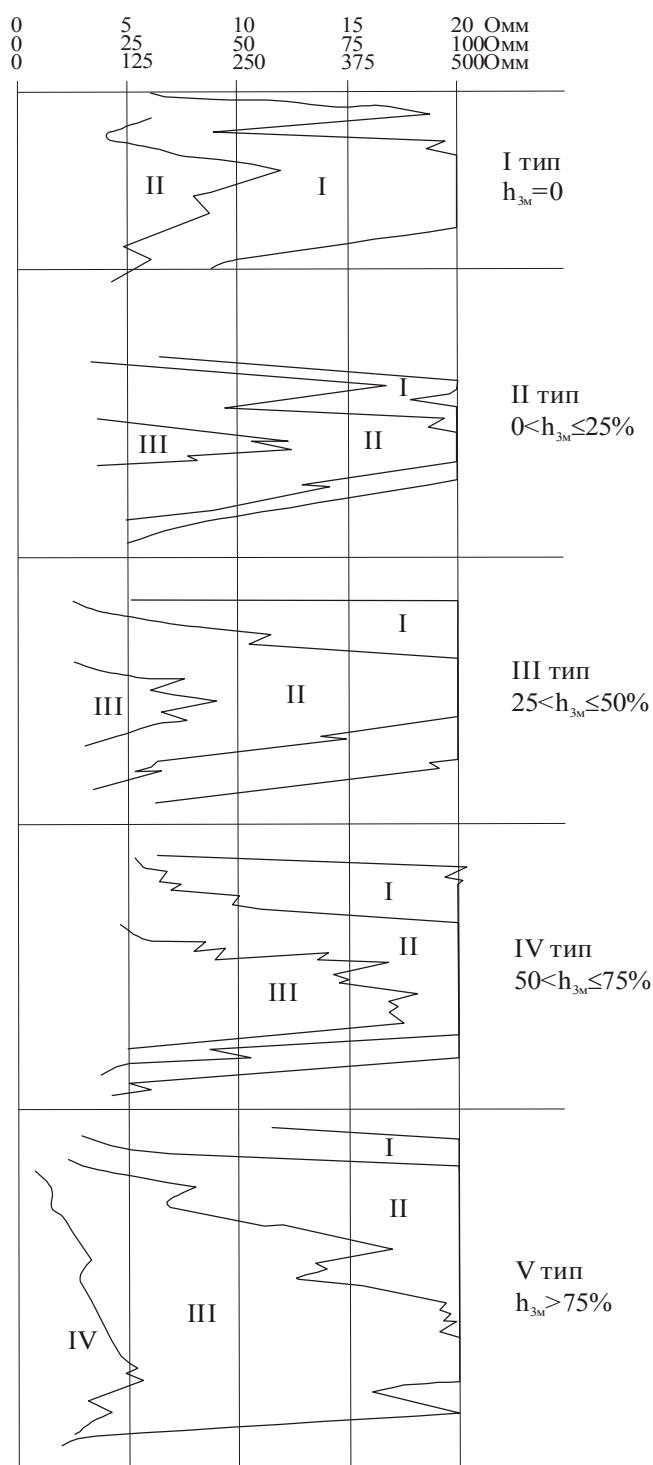


Рис. 2. Типы разрезов баженовской свиты, выделенные по мощности КС третьего масштаба (h_{3m})
I, II, III, IV - масштабы КС.

50 γ , хотя встречаются разрезы, в которых не обнаруживается значимой связи между КС и ГК.

Закартированные типы разрезов распределены на площади в определённой последовательности, отражающей усреднённую картину седиментации в баженовском бассейне (рис. 3). Восточная часть территории выглядит дифференцированной, поскольку ей свойственны все типы, хотя наибольшее распространение получили I-ый и II-ой, в породах которых количество общего кремнезёма (терригенного и биогенного) варьирует от 45 до 57 %. Эти типы приурочены к Пыль-Караминскому, Парабельскому, Средневазюганскому, Пудинскому мегавалам и к расположенным в их пределах, рядом или между ними положительным структурам второго порядка. III-ий тип разреза, содержащий в породах 57–68 % общего кремнезёма, а в отдельных прослоях до 70 % его биогенной компоненты, оконтуривает перечисленные мегавалы. В центральной части территории III-ий тип локализуется на отдельных участках Александровского мегавала, Нижневартовского и Каймысовского сводов. На востоке Нижневартовского свода отмечены I-ый и II-ой типы. В Усть-Тымской, Нюрольской мегавпадинах и Колтогорском мегапрогибе получил развитие IV-ый тип, который в наиболее глубоких частях депрессий замещается V-ым. Далее на запад, на территории Сургутского свода, Верхнедемьянского мегавала, Юганской мегавпадины с многочисленными структурами второго порядка, баженовская свита представлена доминирующим V-ым типом, в разрезах которого количество общего кремнезёма увеличилось до 69–73 %, а его биогенной составляющей в отдельных микропрослоях – до 85–90 %.

В распределении типов разрезов на площади фиксируется постепенное уменьшение их количества с одновременным замещением от I-ого к V-ому в направлении с востока на запад, от периферии к центру Западно-Сибирской плиты. В том же направлении увеличивается количество аутигенного кремнезёма. В I-ом типе разреза распространены преимущественно алевроитовые глины. Соответственно меняются на площади содержания и состав ОВ. Согласно карте распределения $C_{орг}$ в баженовской свите [19], на крайнем востоке изученной территории в разрезах I–II-ого типов средневзвешенные содержания $C_{орг}$ не превышают 1–3 %, в переходной зоне с разрезами III–IV-ого типов они возрастают до 5–9%, тогда как на западе, где доминирует V-ый тип разреза, они превосходят 11 %. В ариллитах, особенно в восточной части плиты, чаще всего распространён кероген с умеренными и умеренно богатыми нефтегенерационными свойствами, тогда как в глинисто-кремнистых и кремнистых породах керогену свойственны превосходные нефтегенерационные качества [14, 17].

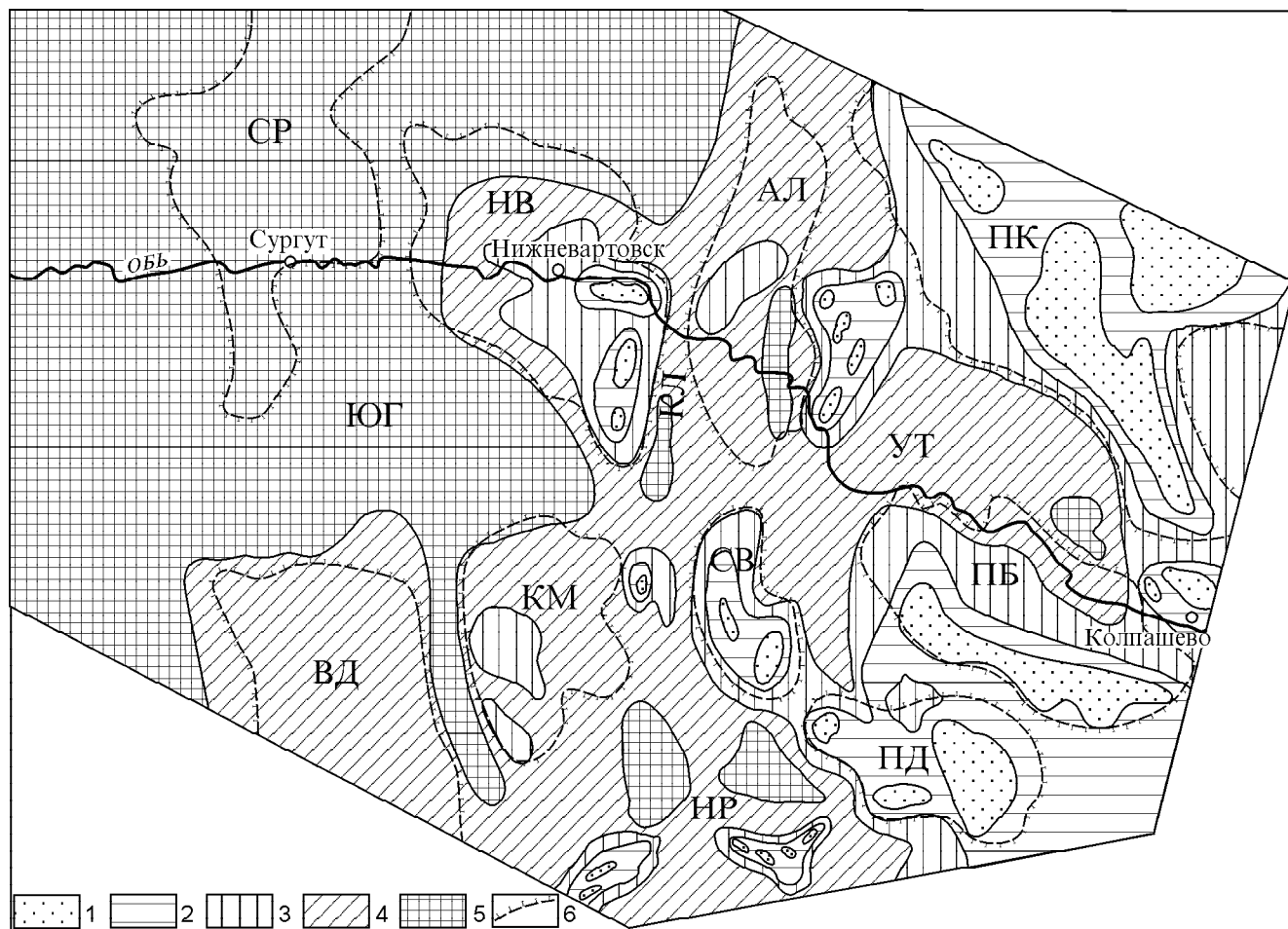


Рис.3. Типы разрезов баженовской свиты в центральной и юго-восточной части Западно-Сибирской плиты.

Типы разрезов, выделенные по мощности КС третьего масштаба (h_{3M}): 1 – $h_{3M}=0$; 2 – $0 < h_{3M} \leq 25\%$; 3 – $25 < h_{3M} \leq 50\%$; 4 – $50 < h_{3M} \leq 75\%$; 5 – $h_{3M} > 75\%$; 6 – границы структур первого порядка. Мегавпадины: ЮГ – Юганская, НР – Нюрольская, УТ – Усть-Тымская; мегапрогиб: КЛ – Колтогорский; мегавалы: ВД – Верхнедемьянский, АЛ – Александровский, СВ – Средне-васюганский, ПД – Пудинский, ПБ – Парабельский, ПК – Пыль-Караминский; своды: СП – Сургутский, НВ – Нижнеарттовский, КМ – Каймысовский.

КЛАССЫ РАЗРЕЗОВ

Выделение классов основывалось на особенностях строения разрезов: местоположении, мощности и характере переслаивания главных типов пород, отражающихся на конфигурации кривой КС. Для Томской области наметилось восемь основных её рисунков (рис. 4), на которых значительные и очень значительные пики приурочены либо к нижней, либо к средней, либо к ниже-средней или верхней частям разреза. Иногда на кривой появляются 2 пика, и она выглядит двурогой, а иногда несколько пиков – 6–7 и более, и она напоминает гармошку. Простые рисунки порой сочетаются друг с другом, образуя сложнопостроенные классы.

Интересно отметить, что одни и те же рисунки кривой повторяются независимо от масштаба значе-

ний КС, характеризуя особенности распределения в разрезах пород с разным содержанием или отсутствием биогенной составляющей. Так, на каротажных диаграммах терригенных пород максимумы КС, ограниченные вторым масштабом, отражают местоположение в разрезе однородных глин (аргиллитов) с единичными радиоляриями или редкими и тонкими прослоями радиоляритов, накопившихся в небольших затишных впадинах прибрежной зоны. Алевриты и алевритовые глины, отвечающие значениям КС в диапазоне первого масштаба, осаждались на приподнятых участках или вблизи береговой линии моря с активной гидродинамической обстановкой.

Разрезы с терригено-биогенными и биогенными породами характеризуются существенно большими величинами КС. Его пики, соответствующие тре-

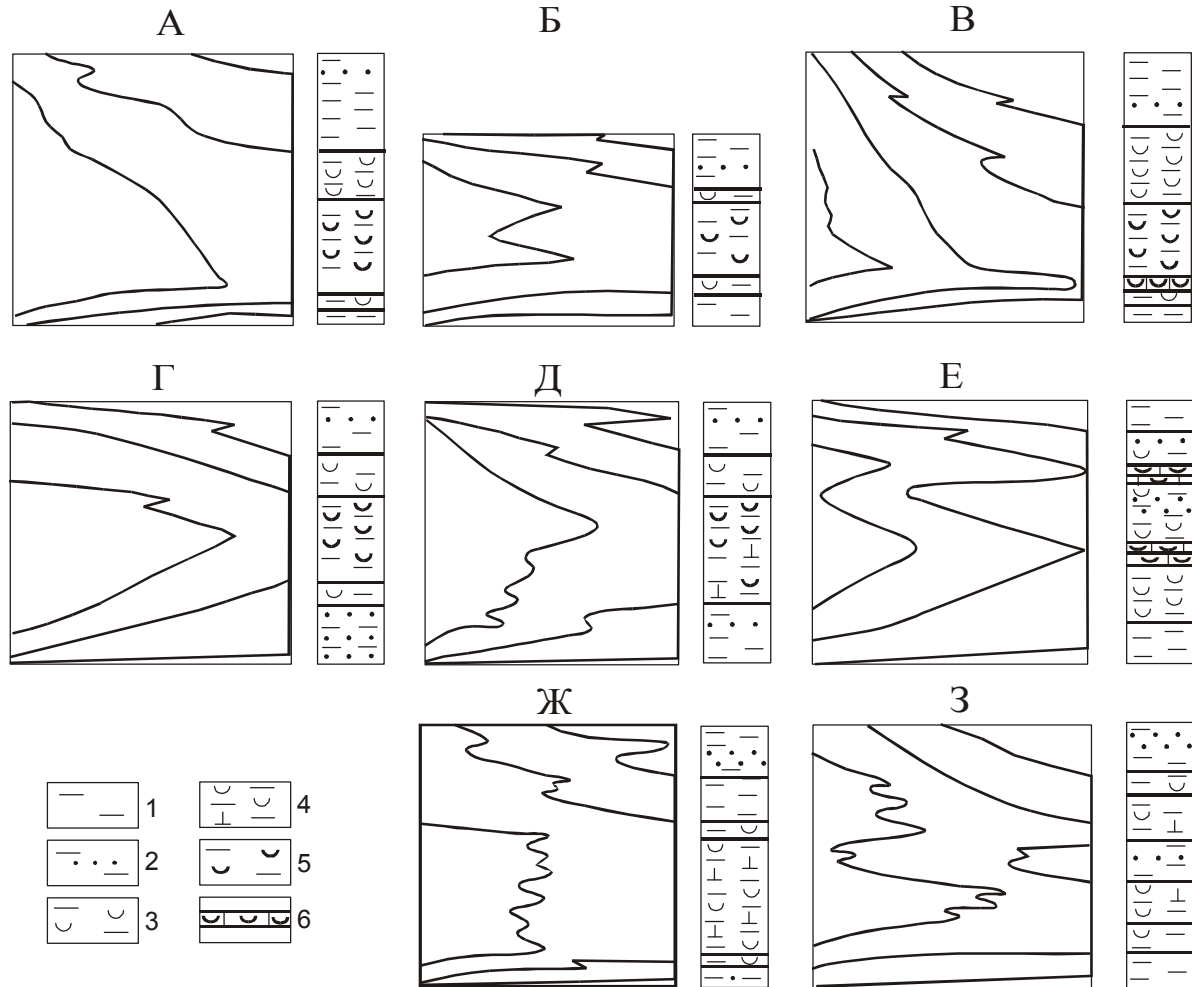


Рис.4. Основные классы разрезов баженовской свиты в юго-восточной части Западно-Сибирской плиты.

Аргиллиты: 1 – однородные; 2 – алевролитовые (-истые); 3 – кремнистые, углеродистые; 4 – известково-кремнистые, углеродистые; 5 – высококремнистые с прослоями радиоларитов, высокоуглеродистые. Известняки: 6 – вторичные по радиоларитам, высокоуглеродистые.

тью масштабу, а иногда и выходящие за его пределы, указывают на местонахождение кремнистых, известково-кремнистых, высококремнистых и обычно высокоуглеродистых глинистых отложений с прослоями радиоларитов, приуроченных к глубоким впадинам нижней сублиторали и открытого моря. Судя по конфигурации кривых КС, впадины существовали преимущественно на начальном и среднем этапах развития баженовского бассейна. Среди сложностроенных классов известны “аномальные”, которые отличаются значительным опесчаниванием и увеличением мощности [9, 28], возникшие в результате действия глубоководных турбидитов.

Классы обозначены буквами русского алфавита. Имеющие независимо от масштаба одинаковые или близкие конфигурации кривой КС классы отмечены одними и теми же буквами с той лишь разли-

цей, что у буквы, соответствующей классу с кривой первого-второго масштабов, сверху стоит штрих, а у класса с кривой третьего-четвёртого масштабов штрих отсутствует. Поэтому выделенные классы обозначены А и А', Б и Б', Г и Г' и т.д. Всего для баженовской свиты Томской области намечено 22 класса.

Закартированные на площади в масштабе 1: 500 000 классы создают весьма детальную картину районирования баженовской свиты, отражая изменения её вещественного состава и строения по вертикали на всю мощность. Они показаны на трёх фрагментах карты. На рис. 5. приведён крайний юго-западный участок Томской области, на котором видно, что классы А и Б, соответствующие разрезам с глубоководными высококремнистыми и высокоуглеродистыми глинистыми отложениями, распростра-

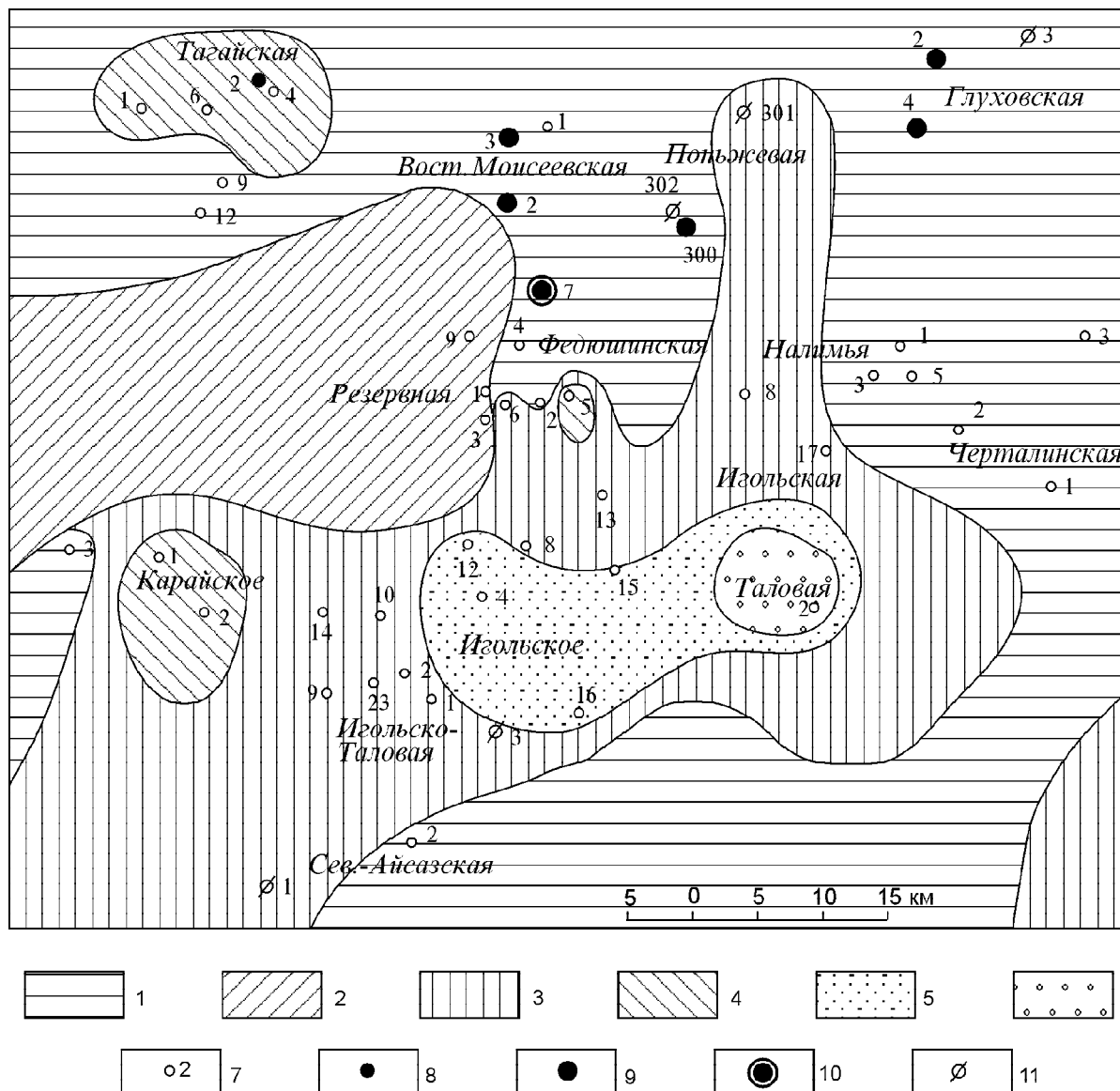


Рис.5. Карта классов разрезов баженовской свиты на юго-западе Томской области (фрагмент).

Классы разрезов (1–6): 1 – А, 2 – Б, 3 – В, 4 – Ж, 5 – З, 6 – Е'; 7 – информативные скважины и их номер; результаты испытаний пласта Ю₀ (баженовская свита), дебит нефти - м³/сут (8–11): 8 – 0,01–0,1, 9 – 0,1–1,0, 10 – >1,0, 11 – сухо.

нены на площади отрицательной структуры первого порядка – Нюрольской впадине. На Игольском куполовидном поднятии второго порядка, которое, очевидно, уже существовало в то время, получили развитие классы В, Ж, З и Е'. Первые три класса (без штриха) представляют разрезы с разнообразным переслаиванием кремнистых, известковистых и алевроитистых сапропелево-глинистых пород, а иногда и алевролитов, накопившихся на подводном поднятии или его склонах, к которым были приурочены банки двустворок, свидетельствующие о глубинах моря, не превышающих 200 м. Класс Е' (терригенный) отмечается в наиболее приподнятой части куполовидно-

го поднятия, в современном плане отвечающей Таловой структуре третьего порядка.

В изображённом на рис. 5 районе проведены испытания пласта Ю₀ (баженовская свита), в результате которых выявилось, что основные притоки нефти с дебитом 0,1–1,0 и более 1,0 м³/сутки связаны с разрезом класса А (скв. Вост. Моисеевская 2, 3, 7, Поньжевская 300 и Глуховская 2, 4). Кроме того, на юго-восточном склоне Каймысовского свода (скв. Тагайская 2) получен приток нефти с дебитом до 0,1 м³/сутки из известково-кремнистых высокоуглеродистых отложений разреза класса Ж.

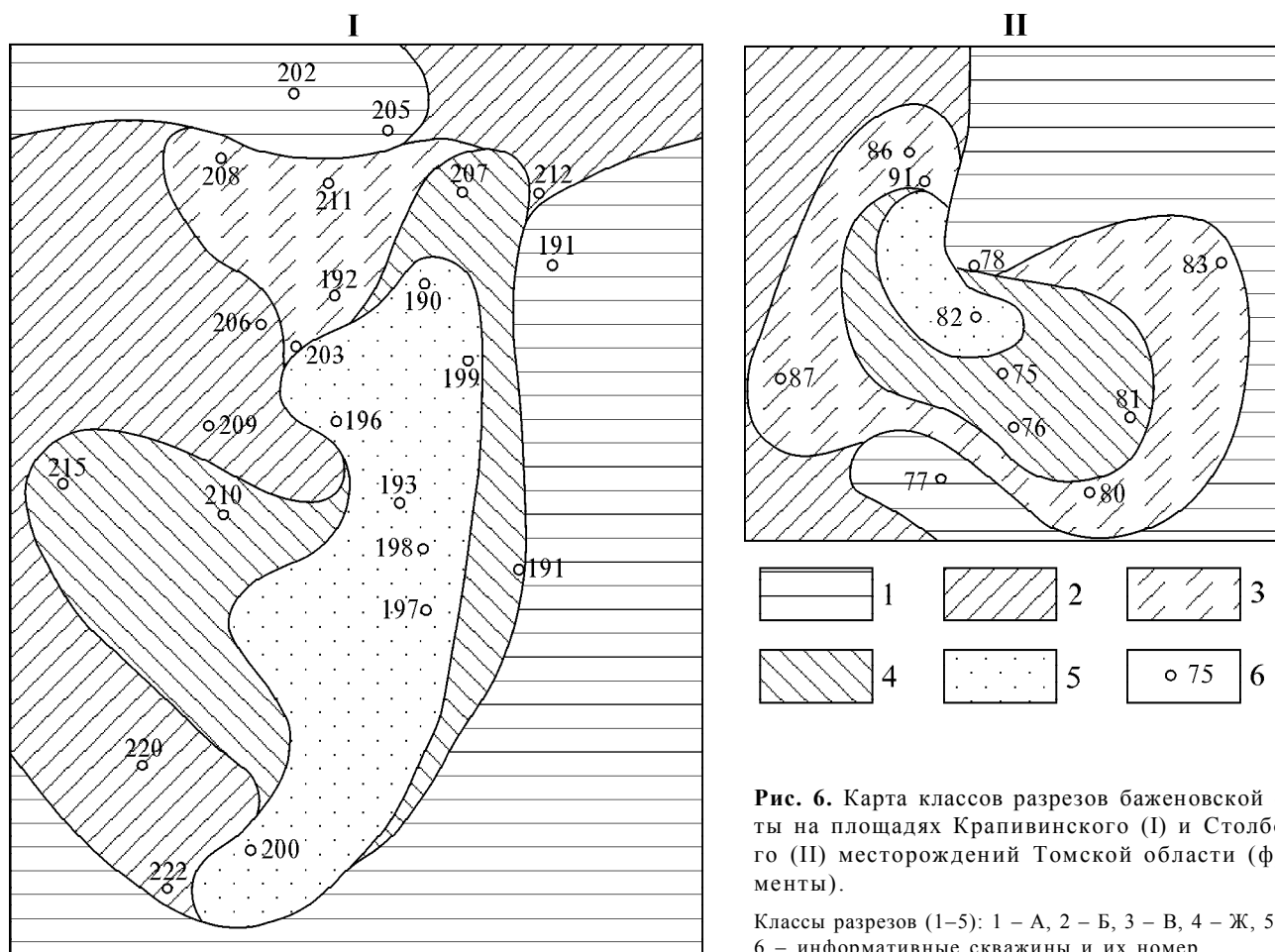


Рис. 6. Карта классов разрезов баженовской свиты на площадях Крапивинского (I) и Столбового (II) месторождений Томской области (фрагменты).

Классы разрезов (1–5): 1 – А, 2 – Б, 3 – В, 4 – Ж, 5 – З; 6 – информативные скважины и их номер.

На двух других фрагментах карты показано зональное распределение классов, установленное на площади Крапивинского и Столбового месторождений (рис. 6). На палеоструктурах, к которым они приурочены, внутреннюю приподнятую зону занимают классы З и Ж, внешнюю, расположенную на склонах – А, Б и В. В разрезах внутренней зоны преобладают слабокремнистые, кремнистые и известково-кремнистые сапропелево-глинистые породы с рассеянными биоморфозами и редкими слойками реликтовых радиоларитов. Во внешней зоне роль последних возрастает, а вместе с ними увеличивается общая кремнистость отложений и количество микроволокон коллоальгинита, за счёт которого породы становятся высокоуглеродистыми; кроме того, здесь в подошве разрезов класса В залегают карбонатные и фосфатно-карбонатные породы с обилием биоморфоз по радиолариям (50–95 %) и их тeneвых реликтов. С карбонатными породами внешней зоны на Крапивинском месторождении в скв. 208 и на Столбовом – в скв. 86 связаны выпоты нефти. По-видимому, при выщелачивании кальцитовых биоморфоз

фосфатно-доломитовые породы становятся коллекторами нефти и газа.

Между типами и классами разрезов существует связь. К I-ому, преимущественно терригенному, типу тяготеют все классы, отмеченные штрихом, ко II-ому и III-ему с мощностью терригенно-биогенных пород не более 50 % от общей мощности свиты приурочены чаще всего классы Г, Д, Е, Ж, З и некоторые сложнопостроенные, в IV-ом и V-ом с мощностью терригенно-биогенных и биогенных пород более 50 % наибольшим распространением пользуются классы А, Б, В, Ж. Кремнистые, карбонатные и высокоуглеродистые глинистые породы из разрезов последних классов являются не только основными генераторами циклоалкановых нефтей, но могут являться и их аккумуляторами. Наиболее перспективными в нефтеносном отношении являются классы разрезов, приуроченные к впадинам и склонам поднятий.

Разработанная классификация разрезов и детальное литолого-геохимическое картирование имеет непосредственный выход в практику. Выявленные

генерационно-аккумуляционные возможности отдельных типов и классов позволяют не только наметить перспективные для поисковых работ участки, но также выделить для испытаний интервалы разреза баженовской свиты, в которых могли формироваться нефтяные залежи, а также определить её пакки, которые могли продуцировать нефть в юрские и неоконские резервуары.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ СЕДИМЕНТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Образование такого природного феномена, как доманикиты, к числу которых относится и баженовская свита, связывается исследователями [2, 4, 6, 7, 10, 11, 13, 18, 25, 27] с многими причинами. Среди последних рассматриваются морские трансгрессии, рельеф морского дна и окружающей суши, некомпенсированный седиментацией режим прогибания, соотношение скоростей накопления осадков и органического вещества, мигрирующее “облако” сероводородного заражения, биопродуктивность, состав биоты, батиметрия, гидродинамическая обстановка бассейна, а также вулканизм, гидротермальная деятельность и повышенная радиоактивность среды. Перечисленные причины обусловлены тремя главными факторами седиментации: климатом, тектоникой и эвстатикой. Единой точки зрения о весомости каждого из этих факторов в накоплении отложений баженовской свиты нет.

В своё время авторы тоже отдали дань подобным изысканиям, считая, что в накоплении доманикитов задействованы все три основных фактора при ведущей роли климата, тёплого и часто засушливого. Теперь, возвращаясь к данной проблеме через литолого-геохимическую классификацию разрезов и картирование их типов и классов, мы попытались с этой позиции уточнить и детализировать некоторые особенности седиментационной модели.

В работах по современному осадконакоплению [3, 15, 16 и другие] показано, что в биогенных осадках бассейна достаточно близко проецируется картина распределения планктона в верхних слоях воды. В частности известно, что максимальные количества радиолярий характерны для глинистых илов глубоководных зон, над которыми в области фотосинтеза бурно развивается планктон. При этом радиолярии питаются низшими водорослями, первые процветают за счёт вторых, и поэтому те и другие всегда сосуществуют. В соответствии с закономерностью распределения современных осадков, учитывавшейся и в более ранних работах [4], интерпретировалась фациальная принадлежность и глубины накопления отложений волжско-раннеберриасского времени.

Породные ассоциации баженовской свиты с обнаруженными в них остатками биоты получили генетическую привязку. Кремнистые, высококремнистые и высокоуглеродистые глины с частыми прослоями радиоляритов отнесены к глубоководной части эпи-

континентального моря с глубинами 200–500 м, слабокремнистые, кремнистые и известковистые углеродистые глины с биоморфозами и прослоями радиоляритов – к нижней сублиторали с глубинами 80–200 м, алевритистые и известковистые слабоуглеродистые глины с редкими радиоляриями и прослоями кокколитофоридовых известняков и доломитов – к средней сублиторали с глубинами 20–80 м, алевриты и алевритовые глины – к верхней сублиторали с глубиной до 20 м. Среди этих зон пятнами распространены фации ракушечковых осадков, напоминающие банки пелелипод, глубина существования которых ограничена 200 м.

Выявлена интересная особенность распределения кварца в алевритовом материале отложений разных палеогеографических зон. Среди алевритовых зёрен чаще всего встречаются кварц, полевые шпаты и слюда. На фоне неокатанных остроугольных зёрен аллотигенных минералов появляются сглаженные зёрна аутигенного кварца, форма которых указывает на возможное растворение скелетов радиолярий. Количество таких зёрен увеличивается от 5 до 25 %, а размерность уменьшается от алевритовой (0,01–0,08 мм) до грубо- и среднепелитовой (0,001–0,01 мм) в направлении от верхне-средней к нижней сублиторали и тем более – к глубоководной впадине.

Такая тенденция в осадкообразовании коррелируется с данными А.П. Лисицина [16] о заполнении современных глубоководных котловин мелкоалевритовым материалом с содержанием свыше 30 % аморфного кремнезёма, источником которого являются скелеты планктонных организмов. Подобная закономерность отмечается практически для всех кайнозойских и многих мезозойских бассейнов. Очевидно, в баженовском море кремнистые скелеты радиолярий могли особенно хорошо растворяться, проходя через слой воды до 500 м и осаждаваясь на дне глубоких впадин с низкими скоростями седиментации. Не исключено, что сероводородное заражение, сопровождавшееся образованием сульфидно-щелочных растворов на диагенетической стадии осадка, усиливало растворение кремнистого скелета радиолярий [5] с последующим замещением пиритом, карбонатными и глинистыми минералами.

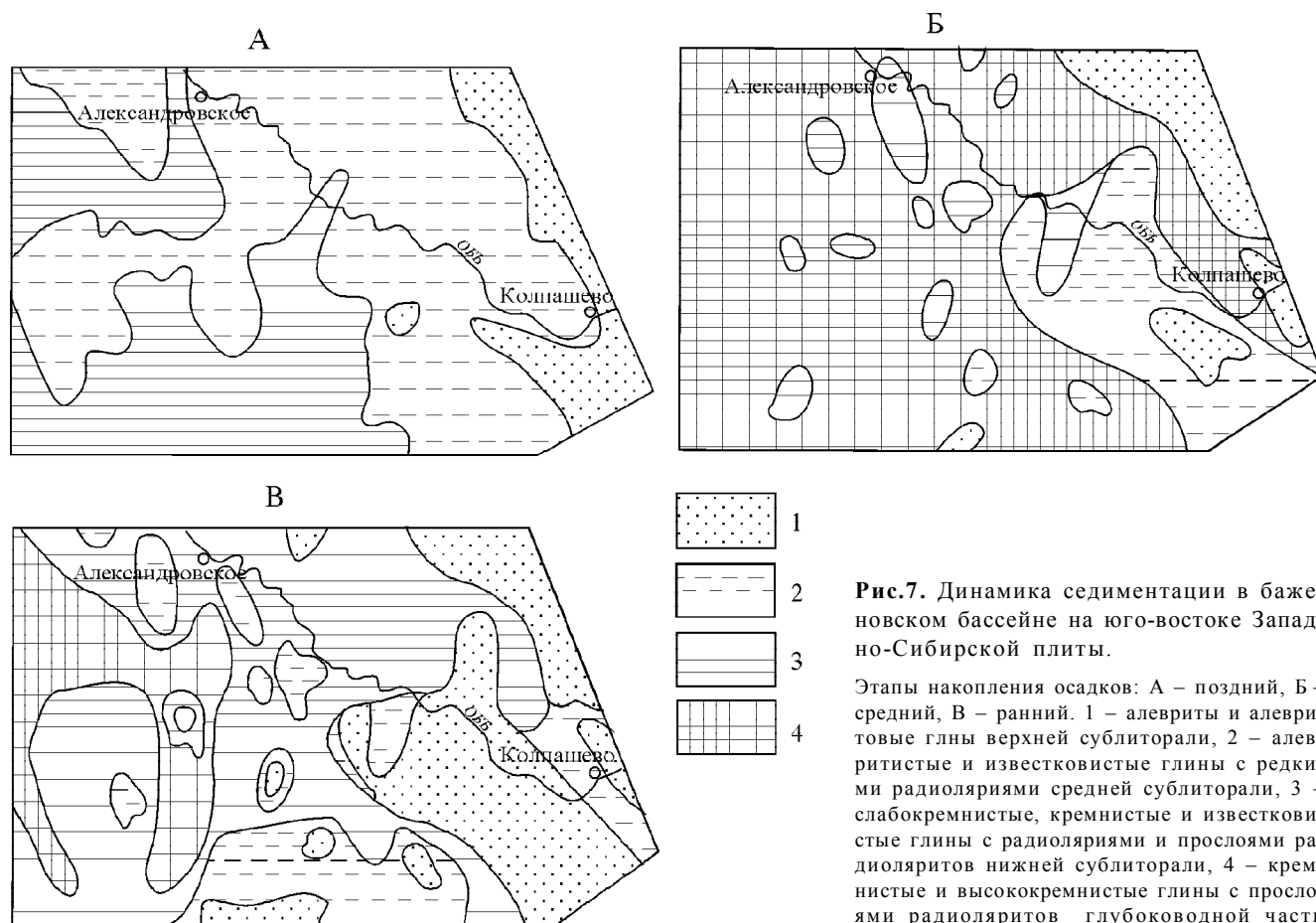
На скелетах некоторых радиолярий обнаружено обволакивающее их вещество, состоящее из перемежающихся центров кремнезёма и красновато-коричневого органического материала, поставщиком которого могли быть сами радиолярии. Тесная связь радиолярий с нефтематеринскими породами отчётливо прослеживается в течение всего фанерозоя, начиная с ордовика. Наиболее ярко она проявилась в классических нефтематеринских породах доманика [1].

Типы и классы разрезов получили следующую палеогеографическую трактовку. На карте типов разрезов отражена усреднённая картина седиментации баже-

новской свиты (рис. 3), I-ый тип которой характеризует образования верхней сублиторали, II-ой и III-ий – средней сублиторали, IV-ый - нижней сублиторали, V-ый - наиболее глубоководной части морского бассейна. На карте классов видна динамика накопления осадков в волжско-раннеберриасское время. Оно охарактеризовано тремя условно выделенными этапами развития бассейна (рис. 7 А, Б, В). На начальном (В) и среднем (Б) бассейне, постепенно углубляясь, приближался к юго-восточному берегу, достигнув максимума на среднем этапе развития, когда на большей части территории осадки накапливались в условиях глубоководной впадины и нижней сублиторали. На заключительном этапе (А) в прибрежной части бассейн быстро мелел, значительно расширялась зона средней сублиторали и на седиментацию более активно влияла суша.

На рассмотренном примере удалось установить, что в центральной и юго-восточной частях Западно-Сибирской плиты количественное соотношение и характер переслаивания терригенных и биогенных компонентов в баженовских отложениях контролировались батиметрией и палеогеоморфологией дна волжско-раннеберриасского бассейна. Значительным оказалось влияние рельефа в мелководной части шельфа, в зоне сублиторали, где

распределение типов и особенно классов разрезов контролировалось подводными грядами, отдельными поднятиями и впадинами. Если крупные морфоструктуры (первый и второй порядки), зародившиеся на ранних этапах формирования Западно-Сибирской плиты, сохранили определённую унаследованность в современном структурном плане, то мелкие (третий порядок) в значительной степени её утратили. Судя по строению разрезов выделенных классов, можно предположить, что в волжско-раннеберриасское время на месте современных Пыль-Караминского, Парабельского, Пудинского, Средневазюганского и Александровского мегавалов, а также Нижневартовского и Каймысовского сводов положительные структуры уже существовали. Однако геоморфология дна бассейна изменялась в процессе накопления осадков, которые периодически замывали мелкие впадины и таким образом сглаживали рельеф. В глубоководной впадине бассейна, где получили распространение в основном один тип и два-три класса разрезов, влияние рельефа дна на седиментацию ослаблено. Оно проявляется только на высоких подводных валах и сводах, с которыми связаны классы разрезов с прослоями битой ракушки, образовавшейся за счёт разрушения банок пеллеципод.



ВЫВОДЫ

1. Сравнение литолого-минералогических характеристик пород, содержаний и состава присутствующего в них органического вещества с данными стандартного каротажа позволило установить определённые соответствия терригенных, биогенно-терригенных и биогенных частей разреза баженовской свиты величинам КС и ГК пород. Алеврито-глинистые отложения описываются кривой КС первого-второго масштабов в интервале 20–100 Омм и кривой ГК со значениями 10–30 γ. Биогенная компонента (кремнезём, карбонат, органическое вещество) способствует увеличению КС, значения которого исчисляются в третьем-четвёртом масштабах. Кремнисто-сапропелево-глинистым породам отвечает КС – 200–400 Омм и ГК – 30–50 γ, а глинисто-кремнисто-сапропелевым с заполняющей микропустоты нефтью – соответственно 400–700 Омм и 50–70 γ. В последних особенно высоки содержания органического вещества (средние 10–12 %, максимальные до 30 %), представленного коллоальгинитом.

2. Выявленная корреляция между литолого-минералогическими, геохимическими и геофизическими характеристиками пород стала основой классификации разрезов баженовской свиты и её крупномасштабного картирования. Типы выделялись по количественному соотношению породных групп, а классы – по их распределению по вертикали, устанавливаемых по конфигурации кривой КС.

3. Классы разрезов по сравнению с типами размещаются на площади более дифференцированно, хотя между теми и другими существует явная связь. Обусловленная рельефом дна и глубиной бассейна, она выражается в приуроченности к определённым палеогеографическим зонам, размеры и местоположение которых изменялись на протяжении волжско-раннеберриского времени. Баженовский бассейн трансгрессировал в юго-восточную часть Западно-Сибирской плиты на начальном и особенно среднем этапах развития, когда осадки накапливались преимущественно в условиях нижней сублиторали и глубоководной впадины. На заключительном этапе в прибрежной части бассейн быстро мелел и значительно расширялась зона средней сублиторали. Крупные тектонические элементы, унаследованные в современном структурном плане, проявились в основных чертах уже в волжско-раннеберриасское время.

4. Разработанная классификация разрезов и детальное литолого-геохимическое картирование позволяют оценить перспективы нефтеносности баженовской свиты. Наиболее благоприятными для формирования нефтяных залежей являются типы (IV и V) и классы (А, Б, В, Ж) разрезов с пачками высокоомных кремнистых, карбонатных и кремнисто-карбонатных сапропелево-глинистых пород, приуроченных к впадинам и склонам поднятий. Эти же типы и классы разрезов являются ос-

новными продуцентами “морских” нефтей в юрские и неокомские резервуары.

5. Разработанная методика и полученные результаты могут быть использованы при изучении доманикитных формаций других регионов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьева М.С., Михайлова М.В. Радиоларии как потенциально возможное исходное органическое вещество нефти // Геология нефти и газа. 1998. № 1. С. 12–21.
2. Баженовский горизонт Западной Сибири (стратиграфия, палеогеография, экосистема, нефтегазоносность) / Брадучан Ю.В., Гурари Ф.Г., Захаров В.А. и др. Новосибирск: Наука, 1986. 217 с.
3. Богоров В.Г. Биологическая структура океана // Докл. АН СССР. 1960. Т. 128, № 4. С. 782–789.
4. Булыникова С.П., Гольберг А.В., Конторович А.Э. и др. Палеобиофауны нефтегазоносных волжских и неокомских отложений Западно-Сибирской плиты. М.: Недра, 1978. 86 с.
5. Годовиков А.А. Минералогия. М.: Недра, 1983. 647 с.
6. Гольберг А.В., Полякова И.Д. К методике региональных палеогеографических реконструкций // Геология и геофизика. 1966. № 4. С. 26–35.
7. Гольберг А.В., Маркова Л.Г., Полякова И.Д. и др. Палеоландшафты Западной Сибири в юре, мелу и палеогене. М.: Наука, 1968. 152 с.
8. Гурари Ф.Г. Геология и перспективы нефтегазоносности Обь-Иртышского междуречья. Л.: Гостоптехиздат, 1959. 174 с.
9. Гурари Ф.Г. Доманикиты и их нефтегазоносность // Сов. геология. 1981. № 11. С. 3–12.
10. Гурари Ф.Г., Вайц Э.Я., Меленевский В.Н. и др. Условия формирования и методика поисков залежей нефти в аргиллитах баженовской свиты. М.: Недра, 1988. 199 с.
11. Гурова Т.И., Казаринов В.П. Литология и палеогеография Западно-Сибирской низменности. М.: Гостоптехиздат, 1962. 298 с.
12. Дорофеева Т.В., Аристархов М.Г., Блишников Е.Ю. и др. Локальный прогноз залежей нефти баженовской свиты. М.: Недра, 1992. 141 с.
13. Конторович А.Э., Полякова И.Д., Стасова О.Ф. и др. Органическая геохимия мезозойских нефтегазоносных отложений Сибири. М.: Недра, 1974. 189 с.
14. Конторович А.Э., Меленевский В.Н., Занин Ю.Н. и др. Литология, органическая геохимия и условия формирования основных типов пород баженовской свиты // Геология и геофизика. 1998. Т.39, № 11. С. 1477–1491.
15. Кругликова С.Б. Количественное распределение радиоларий в поверхностном слое донных осадков северной половины Тихого океана // Геохимия кремнезёма. М., 1966. С. 246–261.
16. Лисицин А.П. Осадкообразование в океанах. М.: Наука, 1974. 438 с.
17. Лопатин Н.В., Емец Т.П., Симоненкова О.И., Эрбен Ж.-П. Баженовская нефтяная генерационно-аккумуляционная система на западе Хантейской антеклизы // Геология, геофизика и разработка нефтяных место-

- рождений. 1998. №5. С. 2-27.
18. Неручев С.Г. Периодичность крупных геологических и биологических событий фанерозоя // Геология и геофизика. 1999. Т. 40, № 4. С. 493–511.
 19. Нефтегазоносные бассейны и регионы Сибири. Вып. 2. Западно-Сибирский бассейн / Конторович А.Э., Сурков В.С., Трофимук А.А. и др. Новосибирск, 1994. 201 с.
 20. Парфёнова Т.М., Меленевский В.Н., Москвин В.И. О возможности использования гамма-каротажа для количественного определения органического углерода в баженовской свите // Органическая геохимия нефтепроизводящих пород Западной Сибири. Новосибирск: СО РАН, НИЦ ОИГГМ, 1999. С. 44–46.
 21. Перозо Г.Н. Типы пород // Условия формирования и методика поисков залежей нефти и газа в аргиллитах баженовской свиты. М.: Недра, 1988. С. 11-37.
 22. Перозо Г.Н., Предтеченская Е.А. Способ выявления нефтеперспективных площадей: (Авторское свидетельство N 1340388, приоритет изобретения 1985, зарегистрировано 1987).
 23. Полякова И.Д., Кроль Л.А., Перозо Г.Н., Предтеченская Е.А. Детальное литолого-геохимическое картирование и седиментационная модель баженовской свиты. М: МГУ, 2000. С. 257-259.
 24. Сонич В.П., Санин В.П., Плеханов В.Л. и др. Особенности строения и нефтеносности отложений баженовской свиты на территории деятельности ОАО “Сургутнефтегаз” // Нефть Сургута. М.: Нефт. хоз-во, 1997. С. 205–223.
 25. Строение и нефтегазоносность баженинов Западной Сибири / Ред. Нестеров И.И. Тюмень: ЗапСибНИГНИ, 1985. 175 с.
 26. Ушатинский И.Н. Литология и перспективы нефтеносности юрско-неокомских битуминозных отложений Западной Сибири // Сов. геология. 1981. № 2. С. 11-22.
 27. Филина С.И., Корж М.В., Зонн М.С. Палеогеография и нефтегазоносность баженовской свиты Западной Сибири. М.: Наука, 1984. 135 с.
 28. Ясович Г.С., Мясникова Г.П. Новые данные по строению баженовской свиты Среднего Приобья в связи с её нефтегазоносностью // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Западно-Сибирской плиты и её складчатого обрамления. Тюмень, 1975. С. 132–135.
 29. Ясович Г.С., Поплавская М.Д. К стратиграфии битуминозных отложений верхней юры и неокома Западно-Сибирской равнины // Минералогические и геохимические показатели нефтегазоносных мезозойских отложений Западно-Сибирской плиты. Тюмень: ЗапСибНИГНИ, 1975. С. 28–57.

Поступила в редакцию 15 апреля 2001 г.

Рекомендована к печати Г.Л. Кирилловой

I.D. Polyakova, L.A. Krol, G.N. Perozio, Ye.A. Predtechenskaya

Classification of sections and detailed mapping of domanikites

The Bazhen suite is considered as an object for studying Domanikitian deposits. Lithologo-geochemical identification of data on standard logging has been worked out, based on which classification of sections is offered and mapping, at a scale of 1:500 000, has been conducted in the southeast and central part of the West Siberian plate. It has been established that the most gamma-active parts of the section are composed of clayey-cherty-sapropelic rocks. They are characterized by increased and maximum concentrations of organic matter, mostly by colloalginite. Types of the sections were distinguished by the ratio and classes - by the distribution of rock groups reflected on the figure by the curve of the apparent resistance through the entire suite thickness. The peculiarities of the section composition and structure depend upon the bottom relief and the depth of the marine basin which transgressed into the southern part of the west Siberian plate at the initial and particularly middle evolution stages. Section types and classes prospective for oil search have been revealed.