



СИСТЕМНО-ИСТОРИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПРОГНОЗУ НЕФТЕПЕРСПЕКТИВНЫХ ОБЪЕКТОВ В ЗОНЕ СОЧЛЕНЕНИЯ БАЖЕНОВСКОЙ И МАРЬЯНОВСКОЙ СВИТ

В. В. Сапьяник, Е. А. Предтеченская, Л. А. Кроль, Ю. Л. Зайцева,
А. П. Хилько, И. С. Павлухин

Сибирский НИИ геологии, геофизики и минерального сырья, Новосибирск, Россия

Разработана комплексная методика системно-исторического прогноза нефтеперспективных объектов в составе полифациальных отложений баженовского горизонта в центральных и юго-восточных районах Западно-Сибирской плиты. На основе анализа керна и материалов ГИС проведена литогенетическая типизация более 600 разрезов скважин. Реконструированы обстановки седиментации, определены ареалы развития литотипов в ландшафтной системе волжского палеобассейна. Выполнены неотектонические построения, произведено районирование территории по степени перспективности развития трещинных коллекторов. Установлен набор критериев, благоприятных для формирования коллектора в высокобитуминозных черносланцевых толщах внешнего пояса Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Оценены перспективы нефтеносности волжских доманикитов в зоне сочленения баженовской и марьяновской свит.

Ключевые слова: Западная Сибирь, верхняя юра, баженовская свита, керн, ГИС, литотипы, палеогеография, нефтегазоносность, оценка ресурсов.

A SYSTEMIC HISTORICAL APPROACH TO THE PREDICTION OF OIL-PROMISING TARGETS IN THE CONJUNCTION ZONE OF THE BAZHENOVSKAYA AND MARYANOVSKAYA FORMATIONS

V. V. Sapyanik, E. A. Predtechenskaya, L. A. Krol, Yu. L. Zaitseva, A. P. Khilko, I. S. Pavlukhin

Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources, Novosibirsk, Russia

The authors have developed an integrated systemic historical approach to the prediction of oil-promising targets within polyfacies deposits of the Bazhenovsky horizon in the central and south-eastern West-Siberian plate. More than 600 well columns were analysed based on core and well logging data, with the assignment of lithogenetic types. Depositional environments were reconstructed. The areas of lithotypes development were outlined in the landscape system of the Volga stage paleobasin. The authors constructed neotectonic maps and divided the territory into regions depending on the prospects of fractured reservoirs development. A set of criteria was established that favour the formation of reservoirs in highly bituminous black shale strata of the outer belt of the West-Siberian petroleum province. The oil-bearing potential of the Volgian domanikites in the conjunction zone of the Bazhenovskaya and Maryanovskaya formations was estimated.

Keywords: West Siberia, Upper Jurassic, Bazhenovskaya Formation, core, well logging, lithotypes, paleogeography, oil content, resource appraisal.

DOI 10.20403/2078-0575-2017-3-29-45

Авторы настоящей статьи опирались на один из аспектов теории **системного подхода** – направление методологии научного познания, в основе которого лежит рассмотрение объекта как системы целостного комплекса взаимосвязанных элементов. Авторы рассматривают всю последовательность формирования волжских доманикитов (баженовская свита) как единую систему биосферы геологического прошлого, последовательно преобразованную к настоящему времени в высокобитуминозные аргиллиты. При этом с практической точки зрения одним из главных результатов «жизненной» энергии данной системы является ее энергетический потенциал, выраженный в формировании объектов, перспективных на углеводородное сырье. Данный подход к изучению какого-либо объекта определяется **как системно-исторический**, позволяющий выяснить условия возникновения исследуемой системы, прой-

денные этапы, современное состояние, а также возможные перспективы ее развития [6].

Решение проблемы формирования нефтеперспективных объектов в составе полифациальных отложений изучаемого горизонта необходимо для создания технологии эффективного освоения и разработки месторождений УВ баженовского типа. Разработка такой технологии, особенно для нетрадиционных нефтегазогеологических объектов, должна опираться на системную последовательность в истории исследования: комплексное обоснование генетической принадлежности и постседиментационной преобразованности породно-слоевых ассоциаций, выступающих в роли потенциально продуктивных коллекторов, в совокупности с материалами о содержании и катагенетической трансформации органического вещества, а также со статистическими данными о нефтегазоносности объекта исследова-

ний. С этой целью в рамках системно-исторического подхода к прогнозу нефтеносности баженовского горизонта авторами выполнена литогенетическая типизация более 600 разрезов скважин; реконструированы обстановки седиментации и определены ареалы развития выявленных литотипов в ландшафтной системе волжского палеобассейна; рассмотрен набор критериев, благоприятных для формирования коллектора в высокобитуминозных черносланцевых толщах; оценены перспективы нефтеносности волжских доманикитов в зоне сочленения баженовской и марьяновской свит.

В особо благоприятных тектонических и литологических условиях в баженовской свите возможно формирование порово-трещинного пространства большой емкости. Для образования такого коллектора определенное значение имеют и тектонические напряжения, и литологический состав пород, и наличие большого количества органического вещества (ОВ), которое в главной зоне нефтеобразования интенсивно генерировало значительные объемы флюидов, создавших аномально высокое пластовое давление (АВПД) и повлекших флюидоразрыв сланцеватых пород [9]. В таких месторождениях отсутствуют законтурные и подошвенные воды. Дебиты УВ обеспечиваются упругим режимом за счет горного давления и растворенного в нефти газа. В некоторых прослоях, наиболее обогащенных ОВ, количество новообразованных битумоидов при вхождении в главную зону нефтенакпления (ГЗН) превышает сорбционную емкость минеральной матрицы, и флюиды переходят в трещинно-поровое пространство. Скопления УВ под действием АВПД или техногенных приемов воздействия на пласт способны к миграции, а при техногенном воздействии на пласт благоприятны для извлечения. При этом относительно проницаемые прослои составляют, как правило, около 15 % мощности свиты с коллекторами трещинного и порово-трещинного типов, в которых преобладают горизонтальные трещины, однако местами зафиксированы и вертикальные трещины и их сгущения.

В некоторых скважинах обнаружены прослои (до 1 м) пористого и кавернозного коллектора, условия появления которого пока не выяснены. Можно предположить, что коллектор данного типа сформировался в относительно мелководных обстановках баженовского бассейна с благоприятными обстановками для расселения синезеленых водорослей, которые формировали слоистые водорослевые маты. В частности, такие обстановки установлены в западных акваториях кимеридж-волжского моря, вблизи уральской островной гряды. На Потанай-Картопынской и Западно-Тугровской площадях в разрезах на границе баженовской и абалакской свит вскрыта пачка, представленная чередованием черных, темно-серых аргиллитов, черно-серых, голубовато-зеленовато-серых алевроаргиллитов, глинистых алевролитов, мергелей и глинисто-карбонатных пород

с развитием своеобразных желваковидных образований. Последние представляют собой строматолитовые постройки, образованные в процессе жизнедеятельности симбиотических сообществ бактерий и нитчатых прокариотных цианей [26].

Как известно, строматолиты по форме образования разделяются на пластовые, желваковые, караваяеобразные (куполовидные), столбообразные и ветвисто-столбчатые [29]. В разрезе, вскрытом на Потанай-Картопынской площади, преобладают желваковидные формы размером до 2–4 см в поперечнике, причем в верхней части разреза встречаются остатки ветвистых форм, а в основании разреза на глубине 2176,3 м – уплощенные, корковидные строматолиты [26]. Постройки характеризуются местами губчатым, ячеистым строением, чаще четкой, волнистой слойчатостью, обусловленной периодичной сменой цианобактериальных сообществ [27]. Строматолитовые маты – признак крайней мелководности. Они формировались в обстановках приливно-отливных равнин с глубинами бассейна не более нескольких метров [33]. Вертикальный размер обнаруженной постройки небольшой (до 2–4 см). Однако по площади она может достигать нескольких квадратных километров.

В целом баженовский горизонт поздневолжского (титонского) – раннеберриасского возраста сформировался в относительно глубоководном обширном морском бассейне с единичными небольшими островами в южной и юго-восточной акваториях. Образование отложений происходило в условиях трансгрессии моря [8, 11, 13, 24–26, 31]. В районах горного обрамления процессы выветривания и денудации были слабыми, и в морской бассейн поступал в основном глинистый материал. В условиях тектонического покоя и некомпенсированного осадконакопления в зонах депрессий формировались тонкоотмученные глинистые, кремнистые и глинисто-кремнистые илы, обогащенные ОВ и биогенным кремнеземом [3, 4, 31 и др.].

Битуминозные отложения баженовского горизонта, которые традиционно считаются нефтематеринскими и служат четким региональным литологическим репером, залегают на глубине от 1000 до 3500 м, характеризуются повышенными значениями АВПД и пластовой температуры [4, 7–9, 17]. Мощность свиты изменяется от 10 до 60 м. Ее средняя нефтенасыщенность превышает 70 %, содержание керогена достигает 24 %. Промышленные залежи УВ обнаружены в Салымском, Краснотенском, Фроловском и других нефтегазоносных районах (НГР). Они приурочены к уникальному типу коллектора, названному Ф. Г. Гурами [7] и И. И. Нестеровым [20, 21] баженитом.

Глубины моря на западе, северо-западе и в центральной акватории баженовского бассейна, рассчитанные по комплексам биоты, составляли 100–300 м. Воды характеризовались нормальной соленостью, их температура колебалась в пределах

12–18 °С [24]. В бассейне периодически возникало сероводородное заражение придонных вод, существовал своеобразный набор бентосных, нектонных организмов, фито-, зоопланктона и наблюдалось сложное распределение их танатоценозов по площади (рис. 1).

В пределах псевдобатии Западно-Сибирского бассейна (глубина в пределах 300 м) в титонское время накапливались тонкоотмученные, тонко-

слоистые глинистые и глинисто-кремнистые илы, обогащенные ОВ. Породы в этой фациальной зоне представлены в основном черными и буровато-черными битуминозными кремнистыми аргиллитами с прослоями радиоляриевых силицитов (радиоляритов), в различной степени пиритизированных и карбонатизированных, вплоть до вторичных известняков и доломитов. Эти породы обычно приурочены к нижней части разреза или к подошве

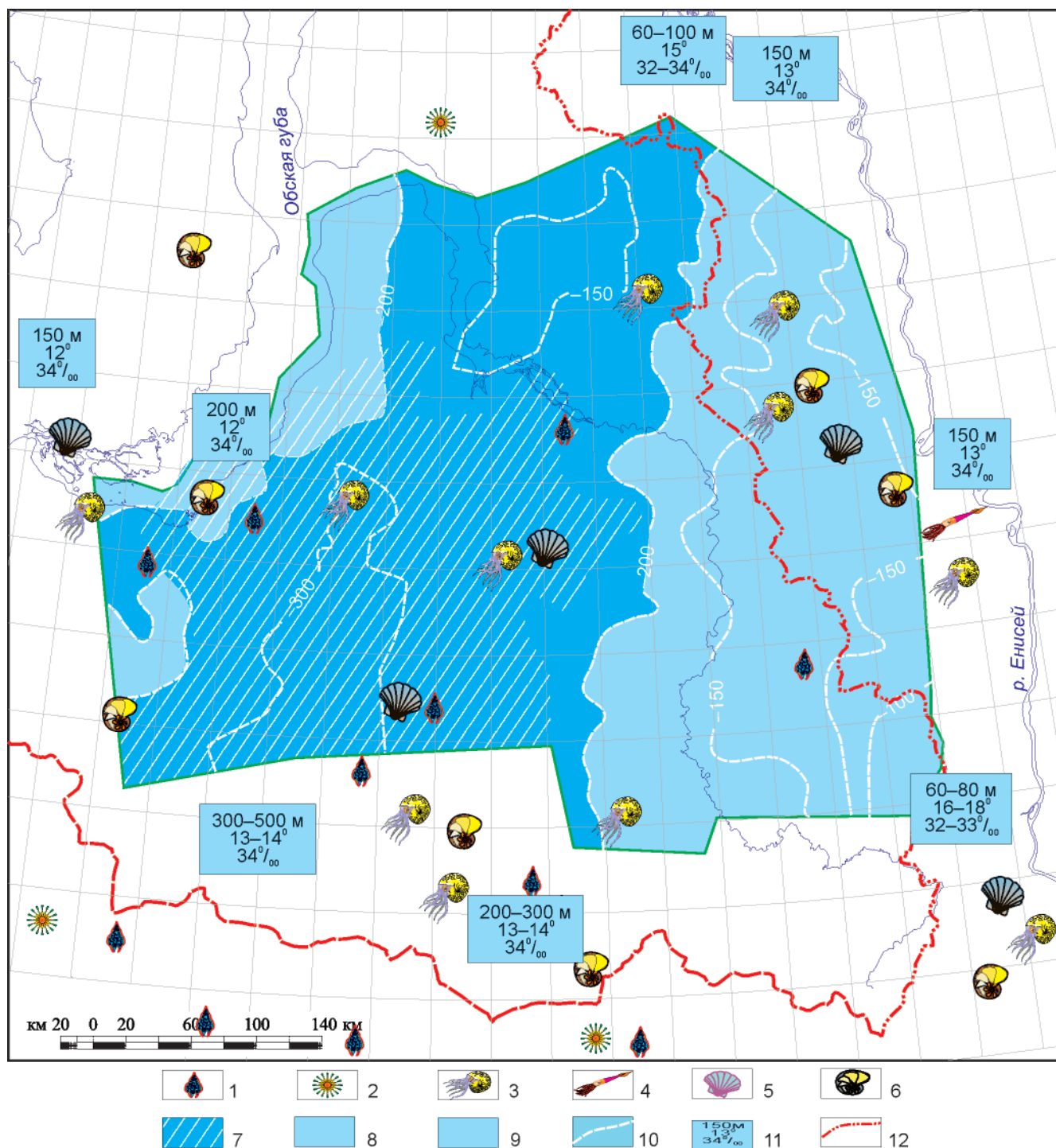


Рис. 1. Палеогеографическая схема баженовского горизонта (титон – ранний берриас) на севере Западной Сибири
1 – радиолярии; 2 – кокколитофориды; 3 – аммониты; 4 – белемниты; 5 – двустворчатые моллюски; 6 – фораминиферы;
7 – битуминозные аргиллиты; 8 – склоновые батимальные аргиллиты; 9 – шельфовые (неритовые) аргиллиты; 10 – палеоизобаты расчетных глубин; 11 – оценки палеоглубин, палеотемператур и солености придонных вод, рассчитанные по комплексам биоты; 12 – административные границы

свиты. Содержание остатков радиолярий в отдельных прослоях здесь достигает 85–90 %. Для пород характерно также высокое содержание биогенного кремнезема (до 70–90 %) и ОВ (до 16–22 %).

Пелагическую зону над псевдобатиальной впадиной заселяли представители микрофитопланктона (водоросли, акритархи), микропланктона (радиолярии, диатомеи, ракообразные?) и нектона (головоногие моллюски: аммониты, мягкотелые теутиды, белемниты и костистые рыбы) [26].

Область нижней сублиторали (глубина от 100–200 м) непрерывной полосой огибала область псевдобатиали. Состав осадков был более пестрым: на западе и северо-западе были развиты преимущественно глинистые илы, на востоке и юго-востоке – осадки смешанного глинисто-кремнисто-карбонатного состава. Распределение осадков контролировалось рельефом морского дна: во впадинах накапливались радиоляриевые илы, обитали бухии, гастроподы, брахиоподы, фораминиферы; на подводных возвышенностях преобладали алевритовые и алевритистые отложения с прослоями пелециподовых ракушнякав. Отдельные контрастные поднятия были окаймлены грубообломочными шлейфами (верхи вогулкинской толщи) (рис. 2).

На востоке и юго-востоке глинистые осадки баженовской свиты в сторону палеоберега постепенно сменялись более мелководными глинисто-алевритовыми отложениями марьяновской свиты (рис. 3). В этой фациальной зоне доминировали битуминозные кремнистые аргиллиты с прослоями радиоляритов и пелециподовых ракушнякав.

Разрезы, сформированные в зоне нижней – средней сублиторали, характеризуются тонким чередованием аргиллитов с прослоями радиоляритов и аргиллитов, содержащих прослой пелециподовых ракушнякав. Нижняя часть изученных разрезов мощностью до 10–15 м обычно представлена кремнистыми аргиллитами с прослоями радиоляритов, а выше залегают породы смешанного глинисто-карбонатного состава, представленные слабокремнистыми аргиллитами с тонкими прослоями радиоляриевых силицитов и пелециподовых ракушнякав. Количество $S_{орг}$ и биогенного SiO_2 здесь понижено (6–11 и 30–65 % соответственно), в то время как содержание алевритовой примеси составляет 15–20 % [31].

В породах наиболее распространены остатки радиолярий родов *Nassellaria* и *Spummellaria*, пелеципод родов *Buchia* и *Inoceramus*. Встречаются также фрагменты рыб, остатки теутид, полихет, нематод, гастропод, брахиопод, кокколитофорид, кремниевых водорослей (силикофлагеллят), примесь пирокластического материала [3, 26, 31]. Повсеместно в керне и шлифах имеются признаки нефтенасыщения в виде линз, пятен, сгустков, пленок, примазок битума, особенно на контактах с прослоями, насыщенными фауной [18].

При проведенных ранее исследованиях вещества состава баженовской свиты отмече-

на ее высокая насыщенность битуминозными глинисто-кремнистыми и кремнистыми разностями, которые прерывисто-линзовидно переслаиваются с глинистыми, известковистыми и глинисто-известковистыми образованиями. На треугольной диаграмме Г. И. Теодоровича состав изученных пород варьирует в направлениях глина – карбонат и глина – кремнезем [18]. Основные типы пород свиты представлены битуминозными глинами с прослоями радиоляритов; радиоляритами или силицитами радиоляриевыми и спонгиевыми, реже – диатомово-радиоляриевыми, с реликтовой ажурной структурой, в различной степени замещенными глинистыми, карбонатными минералами и/или пиритом; глинами с прослоями пелециподовых ракушнякав; глинами слабо кремнистыми битуминозными [18, 22].

Изучение керна и материалов ГИС, проведенное в Каймысовском и соседних районах, по конфигурации кривых КС, ПС, ГК, НГК, ИК, АК, составу и мощности главных типов пород в разрезах, сочетанию в них глинистой, кремнистой, карбонатной составляющих с различным содержанием ОВ позволило выделить восемь основных литотипов: 1 – силициты (радиоляриты); 2 – глины кремнистые; 3 – глины кремнистые с прослоями радиоляритов; 4 – глины известковые и известковистые; 5 – глины кремнистые и известковистые с прослоями пелециподовых ракушнякав; 6 – глины тонкопелитовые, мало кремнистые; 7 – глины алевритовые и алевритистые; 8 – известняки и доломиты по радиоляритам [2, 15].

По комплексу керн – ГИС были изучены разрезы, послужившие эталонами для выделения основных литотипов, характеризующихся в первую очередь существенными различиями конфигурации кривой кажущегося сопротивления (КС) [2, 15]. Выделенные типы разрезов обозначены буквами русского алфавита А, Б, В, Г, Д и Е. Для кремнистых глин и радиоляритов характерны типы А и Б, для пород с карбонатной составляющей – типы В, Г, Д и Е (рис. 4).

Тип А присущ относительно глубоководным отложениям (псевдоабиссали), отличается высокими значениями и зубчатой формой кривых КС. Пики, отвечающие максимальным значениям КС (100–300 Ом·м), соответствуют прослоям радиоляритов и вторичных известняков по радиоляритам в разрезах свиты, что хорошо увязывается со значениями ГК и НГК на диаграммах радиоактивного каротажа. **Тип Б** и его подтипы характерны для отложений нижней сублиторали, представленных породами смешанного состава, отличаются четко выраженной двухпикичностью кривой КС и более низкими его значениями. Основные пики на кривых КС осложнены более слабыми. В разрезе им соответствуют прослой радиоляритов (острые пики) и пелециподовых ракушнякав (пики более округлой, размытой формы). **Типу В** и его подтипам свойственна форма

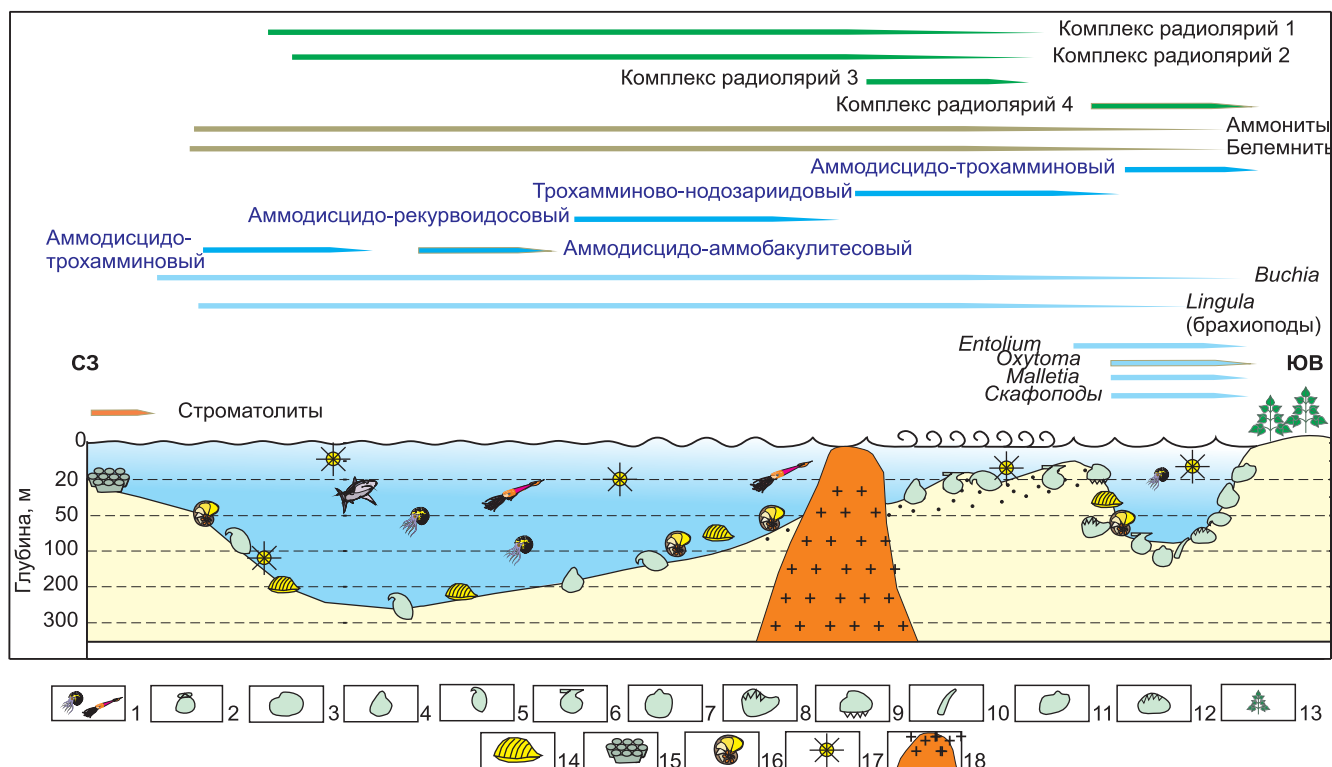


Рис. 2. Схема распределения биоты в акватории баженовского моря (по [26] с уточнениями)

Формы жизни: нектонные: 1 – аммониты, белемниты (активные пловцы открытого моря); бентосные: 2–4 – стеногалинные оксифилы – любители повышенной гидродинамики, предпочитающие илесто-песчаный грунт и селящиеся на мелководье (2 – *Entolium*, 3 – *Arctica*, 4 – *Liostrea*); 5–6 – стеногалинные эвриоксибионты – любители слабой гидродинамики, эврибатные (5 – *Buchia*, 6 – *Oxytoma*); 7 – стеногалинные оксифилы – любители умеренной гидродинамики, предпочитающие илесто-песчаный грунт, эврибатные (*Meleagrinella*); 8–10 – стеногалинные эвриоксибионты – любители умеренной гидродинамики, предпочитающие илесто-песчаный грунт, эврибатные (8 – *Dacryomya*, 9 – *Astarte*, 10 – *Scaphopoda*); 11 – стеногалинные эвриоксибионты – любители умеренной гидродинамики, предпочитающие илистый грунт, эврибатные (*Thracia*); 12 – стеногалинные оксифилы – любители слабой гидродинамики, предпочитающие илисто-глинистый грунт, относительно глубоководные (*Malletia*); 13 – флора; 14 – *Lingula* (брахиоподы); 15 – строматолиты; 16 – фораминиферы; 17 – радиолярии; 18 – скальные породы доюрского основания (батолит)

записи кривой КС, близкая к типу А, но с меньшими значениями КС (60–130 Ом·м) и со смещением максимальных значений в среднюю и нижнюю часть разреза. Выделен также подтип В¹, который отличается резким ростом значений КС близ подошвы свиты (до 200–300 Ом·м), что обусловлено наличием в разрезах прослоев крепких, плотных вторичных известняков и доломитов по радиоляритам мощностью от 2–3 до 5 м.

Установлено, что типы А и Б отвечают разрезам, сложенным относительно глубоководными высококремнистыми и высокоуглеродистыми образованиями. Типы В, Г, Д и Е характерны для отложений, сформировавшихся в условиях более мелководной части шельфа с дифференцированным рельефом дна (подводные банки, гряды и возвышенности, обычно заселялись популяциями бентосных двустворок). Распределение типов разрезов на отдельных площадях, приуроченных к поднятиям дна баженовского бассейна (Катыльгинской, Ледовой, Ломовой, Матюшкинской, Озерной, Южно-Черемшанской и др.), часто носит зональный характер. Показано также, что присутствие биогенной составляющей и повышенное содержание ОВ в породах

приводят к росту КС до 100–500 Ом·м, которое на каротажных диаграммах измеряется в третьем, а иногда и в четвертом масштабах [2, 18].

По отношению мощности терригенно-биогенной и биогенной составляющей с КС третьего масштаба (h_{3M}) к общей мощности пород в изученные разрезы разделены на пять классов: 1) $h_{3M} = 0\%$; 2) $0 < h_{3M} < 25\%$; 3) $25 < h_{3M} < 50\%$; 4) $50 < h_{3M} < 75\%$; 5) $h_{3M} > 75\%$.

Первый класс (первый и второй масштабы КС) отвечает существенно глинистым и слабосиликатным породам, где КС не превышает 100 Ом·м; второй и третий классы (100–500 Ом·м) – смешанным глинисто-карбонатно-кремнистым породам; четвертый и пятый (от 250–500 до 700 Ом·м) – существенно кремнистым породам. Классы разрезов дифференцированы также и по значению гамма-активности. Так, для первого и второго классов значения ГК составляют 10–30 мкР/ч, для третьего и четвертого – 50 мкР/ч, для пятого – более 50 мкР/ч, хотя в некоторых разрезах не прослеживается четкой связи между КС и ГК.

На основе проведенных исследований были выявлены значительная дифференциация глубин

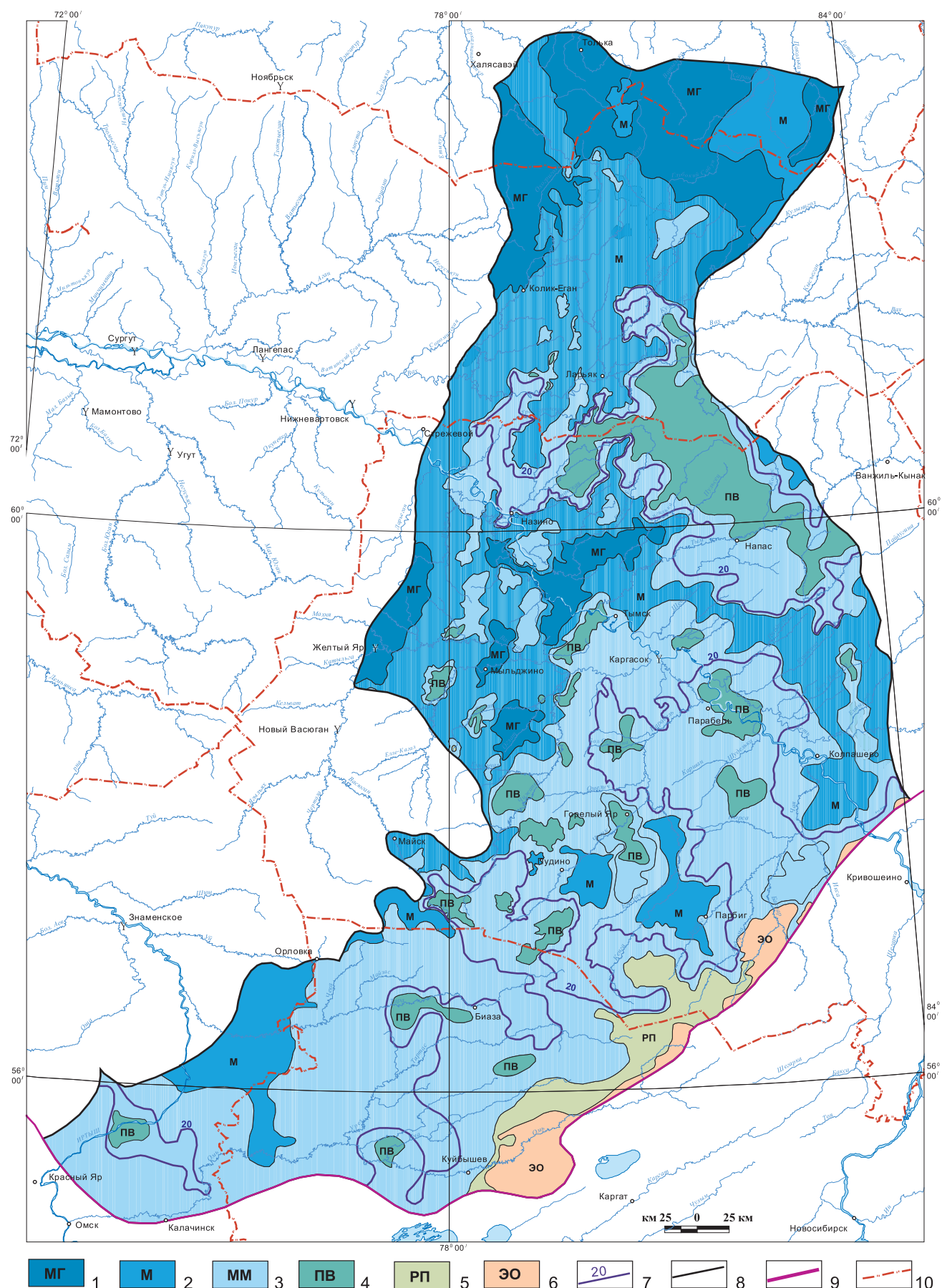


Рис. 3. Палеогеографическая схема баженовского горизонта (титон – ранний берриас) на юго-востоке Западной Сибири
Области седиментации: 1 – море глубокое; 2 – море; 3 – море, мелкая часть шельфа и его прибрежная зона; 4 – подводная возвышенность; 5 – равнина прибрежная; 6 – золотые отложения низменных равнин; 7 – изобаты расчетных глубин, м; границы: 8 – участка работ; 9 – НГП; 10 – административные



баженовского моря и унаследованный характер рельефа его дна, а также детализирована батиметрия бассейна седиментации [22]. Показано, что в баженовское время с запада на восток отложения относительно глубоких частей внешнего шельфа сменялись более мелководными отложениями с подводными ракушняковыми банками и иловыми впадинами различной глубины, но не менее 100–150 м. К востоку и юго-востоку они постепенно переходили в отложения внутреннего шельфа глубиной 50–100 м и менее с подводными относительно мелководными ракушняковыми банками.

В Томской области промышленные притоки нефти получены на Весенней, Озерной, Оленьей, Ломовой, Катильгинской и других площадях. В Озерной скв. 132 при совместном испытании пластов Ю₀ и Ю₁¹ дебит нефти составил 135 м³/сут. В Каймысовском НГР и сопредельных районах Томской области установлена связь нефтегазоносности баженовской свиты с условиями ее формирования. Скважины с промышленными притоками располагаются в наиболее глубоководной части (тип А) и в менее глубоких иловых впадинах внешнего шельфа (типы А, А+Б). Скважины, давшие непромышленные притоки и нефтепроявления, тяготеют к подводным ракушняковым банкам и возвышенностям рельефа дна (типы В, Г, Д и Е), в то время как «сухие» скважины и скважины со слабыми притоками, как правило, приурочены к относительно мелководной зоне шельфа, для которой характерны разрезы типа Б [22, 31] (рис. 4).

Выделенные эталонные типы и классы разрезов, основанные на анализе керна и материалов ГИС, использованы авторами для реконструкции вещественного состава, идентификации и картирования литотипов свиты в восточных районах Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО) на Бахилловской, Верхнеколик-Еганской, Северо-Хохряковской, Хохряковской, Пермьяковской, Кошильской, Сусликовской и Приозерной площадях. Полученные ранее результаты были дополнены новыми данными, также уточнено положение кровли и подошвы свиты, построен ряд субширотных и субмеридиональных профилей [28, 30]. В отличие от Каймысовского района в восточных районах ХМАО свита сформировалась в основном в зоне относительно глубокого шельфа (нижней сублиторали). При типизации разрезов обнаружено, что в этих районах породам свиты свойственны относительно невысокие средние значения КС (5–150 Ом·м) и ГК (от 80–90 до 160 мкР/ч). При этом максимальные значения ГК приурочены в основном к верхней и средней частям разреза [23, 28, 30].

Таким образом, на юго-востоке Западно-Сибирской НГП, в зоне сочленения баженовской и марьяновской свит установлены следующие основные типы разрезов баженовской свиты (с севера на юг): бахилловский, северохохряковский переходный, северохохряковский основной, хохряковский переход-

ный, пермяковский с колик-еганским и кошильским подтипами (см. рис. 4).

Бахилловский тип выделен в разрезах на глубине 2660–2690 м в северо-западной и частично в юго-западной части Бахилловской площади, в центральной и северо-западной части Верхнеколик-Еганской площади, а также на Сусликовской и Приозерной площадях. Эталоном послужил разрез Бахилловской скв. 68. Данный тип характеризуется повышенными значениями КС на двухмасштабной кривой, наличием минимума на диаграмме индукционного каротажа (ИК) в средней или верхней части разреза, что обусловлено присутствием прослоев радиоляриевых силицитов (см. рис. 4). По комплексу ГИС выделяются три пачки. Нижней пачке (мощностью 10–15 м), сложенной глинистыми битуминозными породами с единичными прослоями силицитов, свойственны повышенные значения ГК и пониженные – КС. Средняя пачка (8–10 м) с относительно повышенными значениями скоростных параметров (ΔТ) сложена силицитами, иногда в ее подошве содержится маломощный карбонатный прослой. Для верхней пачки (3–5 м) типичны те же особенности, что и для нижней. Формирование отложений происходило в условиях относительно глубоководной части бассейна и на палеосклонах подводных возвышенностей небольшой амплитуды. Выделенный тип отвечает типам разрезов А, Г класса 1 Каймысовского НГР.

Северохохряковский переходный тип развит на севере Северо-Хохряковской площади. В качестве эталонного выбран разрез Северо-Хохряковской скв. 51. Данный тип характеризуется четырехчленным строением по ГИС и отличается от бахилловского сокращением мощностей нижней и средней пачек, а от остальных типов – наличием в верхней и средней частях разреза двух максимумов ГК, разделенных менее радиоактивными породами и практически соответствующих двум максимумам КС и двум минимумам ИК (см. рис. 4). Первой, нижней пачке (мощностью 3–5 м), сложенной битуминозными аргиллитами с прослоями силицитов, присущи пониженные по сравнению с бахилловским типом значения ГК, КС и ИК. Вторая снизу пачка (5 м) характеризуется повышенными значениями КС, ГК и пониженными – ИК. Третья снизу пачка (около 7 м) отличается от подстилающей более высокими значениями ИК, пониженными – КС и более низкими – ГК. Пачка представлена аргиллитами с редкими прослоями силицитов. Верхняя, четвертая пачка (9–10 м) сложена силицитами с прослоями кремнистых битуминозных аргиллитов. Для нее типичны повышенные значения КС и пониженные – ИК. Данный литотип сформировался в относительно глубоководных условиях псевдоабиссали и нижней сублиторали морского бассейна. В составе пород преобладают битуминозные кремнистые аргиллиты и битуминозные аргиллиты с прослоями силицитов. Анало-

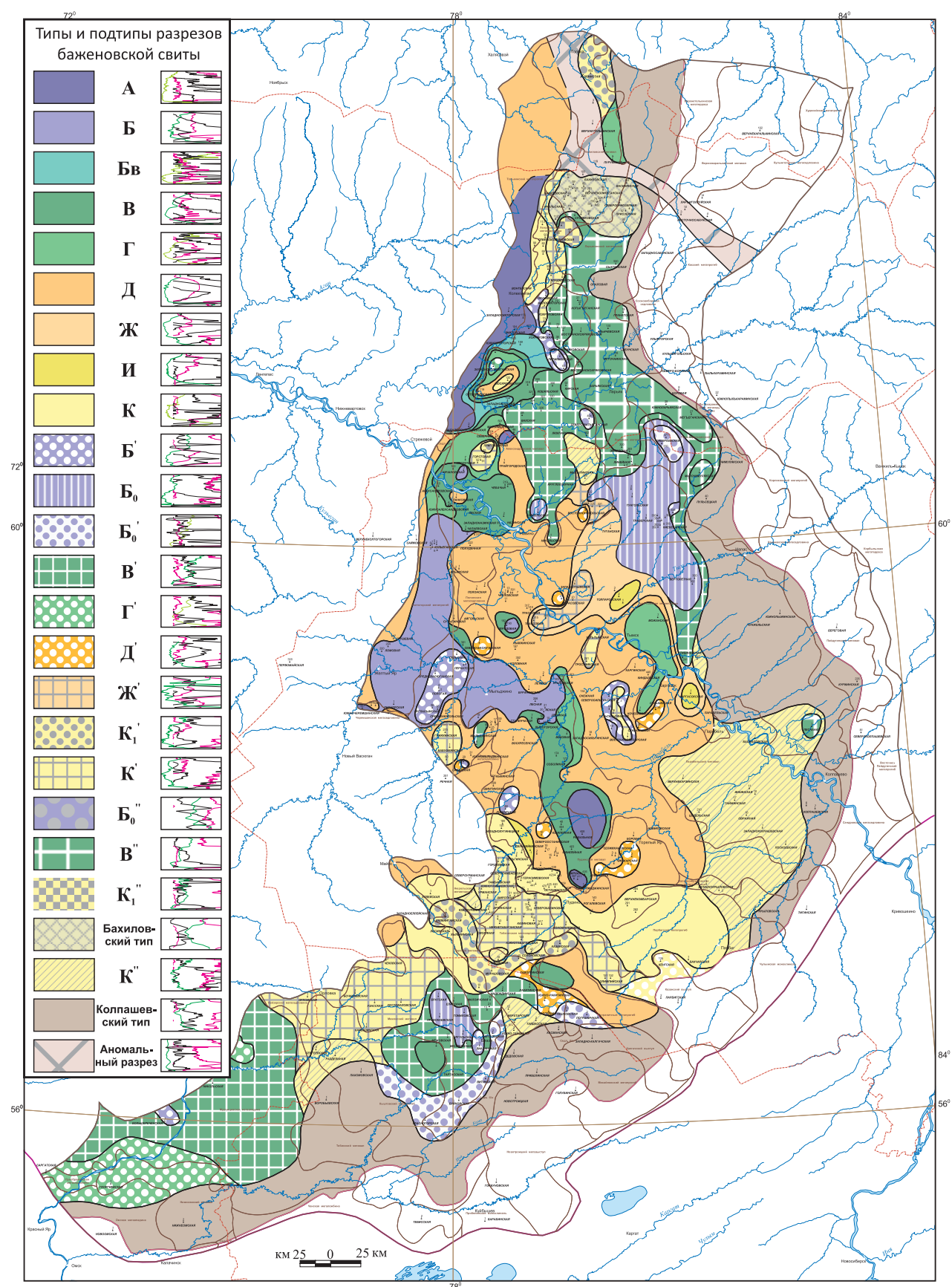


Рис. 4. Районирование баженовской свиты по типам разрезов

1 – скважины и их номера; 2–3 – граница типов: 2 – уверенная, 3 – предполагаемая; 4–5 – граница распространения баженовской свиты: 4 – достоверная, 5 – предполагаемая; 6 – граница НГП ЗС; 7 – граница участка; 8–9 – границы структур I порядка: 8 – мегапрогибов и мегавпадин, 9 – другие; 10 – административные границы



гом служат разрезы типа Е класса 2, выделенные ранее в Каймысовском НГР.

Северохохряковский основной тип развит преимущественно на Северо-Хохряковской площади. В качестве эталонного выбран разрез, вскрытый Северо-Хохряковской скв. 56. Он также характеризуется четырехчленным строением по данным ГИС и повышенной общей мощностью отложений сравнительно с вышеописанным типом (см. рис. 4). Первая, нижняя пачка аналогична нижней пачке переходного типа, но мощность ее сокращается до 3–5 м. Она представлена битуминозными аргиллитами с редкими прослоями радиоляриевых силицитов, которые фиксируются по пониженным значениям на кривой ИК. Второй снизу пачке (23–25 м) свойственны повышенные значения КС, ГК и минимальные – ИК. Она сложена силицитами с прослоями битуминозных аргиллитов и карбонатов замещения по радиоляритам. Третья пачка (10 м) представлена битуминозными глинами с прослоями силицитов, значения КС понижены, ГК – также немного понижены. Верхняя, четвертая пачка (17–18 м), как и вторая, – чередование силицитов и прослоев битуминозных аргиллитов, с маломощным карбонатным прослоем близ кровли. Отложения сформировались в условиях относительно глубоководной части морского бассейна, в пределах глубоководной иловой впадины. Выделенный тип разреза аналогичен типу А и классу 5, установленным ранее в Каймысовском НГР.

Хохряковский переходный тип развит на Хохряковской и Сикторской площадях. В отличие от пермяковского и колик-еганского типов максимальное значение КС отмечается не в подошве, а чуть выше, в приподошвенной части свиты (см. рис. 4). Максимум радиоактивности по ГК не имеет двух пиков. Первая, нижняя пачка, выделенная в разрезах третьего типа, выклинивается. Снизу разрез начинается пачкой силицитов, карбонатизированных в подошве, что отражено в уменьшении значений ГК и возрастании значений КС и ΔT . Вторая снизу глинистая пачка (4–5 м) представлена битуминозными аргиллитами. Для третьей пачки того же состава характерно увеличение количества прослоев силицитов близ ее кровли, по сравнению с северохохряковским типом, на что указывает уменьшение значений КС и увеличение – ИК. Данный литотип сформировался в условиях нижней сублиторали, в депрессиях дна и в присводовых частях подводных возвышенностей. Среди пород доминируют битуминозные кремнистые аргиллиты с прослоями силицитов и карбонатизированных радиоляритов. Данный тип отвечает разрезам типов А, В и классов 4, 5, выделенным в Каймысовском районе.

Пермяковский тип с колик-еганским и кошильским подтипами развиты на Пермяковской, Колик-Еганской, Кошильской площадях. Разрезы данного типа отличаются от хохряковского возрастанием в верхней части количества и мощности

глинистых прослоев (повышение общей мощности верхней глинистой части разреза). Для этого типа разрезов характерно наличие карбонатных прослоев в подошве свиты (см. рис. 4). Различия между данным типом и его подтипами состоят в мощности этих прослоев, значениях величины КС и ГК и характере расположения интервалов с их максимальными значениями. Отложения сформировались в условиях мелкого шельфа (сублиторали) с иловыми впадинами различной глубины и, возможно, – на палеосклонах подводных возвышенностей небольшой амплитуды. Для ряда разрезов Кошильского типа типично наличие отрицательной аномалии ПС от 5 до 20 мВ, а также некоторое снижение показаний НГК, что может быть связано с локальной кавернозностью пород. Выделенный тип соответствует типу В и классу 4 Каймысовского НГР.

При типизации разрезов свиты на территориях Томской, Новосибирской и Омской областей установлено 9 основных типов (А, Б, Бв, В, Г, Д, Ж, И, К) и 14 их подтипов. Для этих территорий впервые выделены типы Бв, И, К, колпашевский (переходный между баженовской и марьяновской свитами), и аномальный (см. рис. 4). Для основных типов характерна трехмасштабная форма записи кривой КС, для подтипов – двухмасштабная и одномасштабная, для колпашевского и аномального типов – одномасштабная. Характеристика литотипов А–Ж приведена в опубликованных работах [2, 15].

Тип Бв, который Ю. В. Брудчаном был ранее выделен как вахский тип разреза, отличается от типа Б формой кривой КС в средней и верхней части разреза и «зубчатым» снижением значений КС вниз по разрезу от 100 до 20 Ом·м. Данный тип сформировался в условиях пелагиали баженовского бассейна.

Тип И отличается повышенными значениями КС (110–130 Ом·м) в средней части разреза. Максимум по ГК (30–60 мкР/ч) наблюдается в его верхней части, над максимумом КС. Породы, слагающие разрезы данного типа, сформировались на подводных возвышенностях небольшой амплитуды в области верхней – средней сублиторали.

Разрезы **типа К** подразделяются на две пачки: нижнюю, где происходит постепенное «зубчатое» увеличение значений КС к кровле пачки от 20 до 150–300 Ом·м, и верхнюю, где, наоборот, фиксируется относительно резкое уменьшение значений КС к кровле свиты. Данный тип характеризуется повышенными значениями радиоактивности по всему разрезу свиты (25–105 мкР/ч), за исключением пачки мощностью 2–5 м в ее подошве. Разрезы типа К сформировались в условиях относительно крупных подводных возвышенностей в области как нижней, так и верхней – средней сублиторали.

Разрезы **колпашевского типа** по данным ГИС подразделяются на три пачки. Для первой, нижней отмечены средние значения КС от 6 до 12 Ом·м и гамма-активности 10–16 мкР/ч. Вторая, средняя пачка характеризуется повышенными значениями

ми КС (10–20 Ом·м) и средними ГК (12–30 мкР/ч), третья, верхняя пачка – пониженными значениями КС (6–12 Ом·м) и повышенными ГК (14–30 мкР/ч). По данным Ю. В. Брадучана [4], разрезы этого типа расчленяются только на две пачки. Первая включает выделенные нами нижнюю и среднюю пачки, а вторая соответствует нашей верхней. Разрезы колпашевского типа сформировались в условиях краевых частей мелкого шельфа, возможно, в прибрежно-морских условиях.

Аномальный тип разреза характеризуется «зубчатой» формой кривых КС, причем величина отдельных пиков может достигать 10–40 Ом·м. Последние чередуются с интервалами с низкими значениями КС. Если в верхней части разреза значения по ГК в виде одного или двух максимумов достигают 35–40 мкР/ч, то в его нижней части они не превышают 12–18 мкР/ч. Разрезы подобного типа имеют относительно большую мощность и характерны для отложений, сформированных в областях разгрузки турбидитных течений.

Таким образом, в юго-восточных районах Западно-Сибирской плиты по комплексу керн – ГИС выделены основные типы разрезов и слагающие их литотипы баженовской свиты. Реконструированы условия формирования и выявлены закономерности распределения литотипов по латерали и вертикали, закартированы подводные возвышенности различной амплитуды и граничащие с ними иловые впадины. В иловых впадинах, обогащенных биогенным кремнеземом и C_{org} , накапливались битуминозные нефтематеринские отложения: силициты радиоляриевые и кремнистые глины с прослоями радиоляритов. Эти литотипы при условии частичного псевдоморфного замещения остатков радиолярий аутигенными минералами (карбонатами, каолинитом и/или пиритом), так же как и карбонатные литотипы – производные ракушняковых банок, могут служить потенциальными объектами для поиска скоплений УВ в отложениях баженовской свиты.

Для выяснения перспектив нефтеносности баженовской свиты в восточных районах ХМАО, северо-восточных и восточных районах Новосибирской, Омской областей, центральных, восточных и юго-восточных районах Томской области (Нижнеомском, Межевском, Пудинском, Средневасюганском, Александровском, Бахилевском, Парабельском, Усть-Тымском и Пыль-Караминском НГР) установлен следующий набор критериев, отвечающих условиям формирования коллектора в баженовской свите:

- содержание ОВ в породах не менее 5–8%;
- пластовые температуры не ниже 90–100 °С в зонах развития нефтеносности баженитов;
- толщины отложений свиты не менее 15 м;
- значение КС не менее 100–125 Ом·м (разрезы типа А, Б, Бв, В, В¹, Г, Г¹, Д, Д¹, Ж, К, К¹, И);
- толщины подстилающего и перекрывающего флюидоупоров не менее 5 м;

– степень катагенеза ОВ в породах баженовской свиты, характерная для второй половины главной зоны нефтеобразования (конец МК₁¹⁻² – МК₁²);

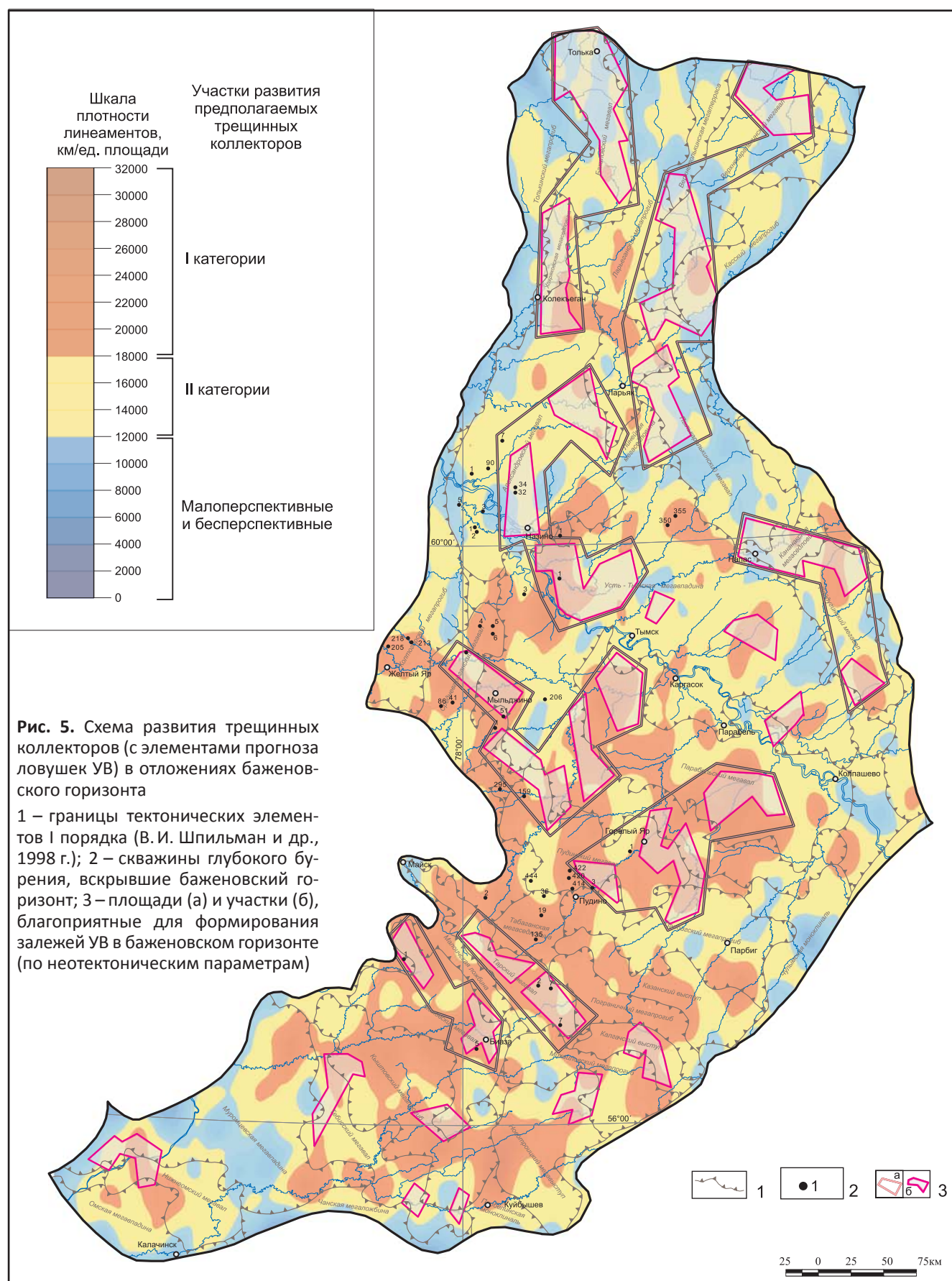
– микрослоистая структура пород, приводящая при катагенезе РОВ к листоватости, автофлюидоразрыву и формированию коллекторов улучшенного качества (данные процессы сопровождались активизацией современных тектонических движений, которые благоприятствовали формированию участков разуплотнения в толще осадочных пород с образованием большого количества трещин различных типов и порядков).

На основе неотектонических построений выполнено районирование территории по степени перспективности развития трещинных коллекторов в отложениях баженовской свиты и установлено, что за кайнозойское время, включая и неотектонический этап, прирост амплитуд структур на юго-востоке Западной Сибири составлял от 10 до 50%.

Неотектонические построения заключались в создании карты новейшей тектоники в пределах развития мелководно-морских отложений среднего – верхнего палеогена (Западная Сибирь) с учетом палеофациальной обстановки этого периода и деформации соответствующих структурных поверхностей за прошедшее время. Дальнейшая разработка схемы развития трещинных коллекторов основана на данных дистанционного зондирования земной поверхности и дешифрировании линеаментов. Далее для выделения активизированных разломов и их зон привлекались структурные построения интересующего нас уровня, карты мощностей и потенциальные поля. При этом основное внимание уделялось градиентным (флексурным) линейным зонам, отраженным в дневном рельефе (установленных линеаментов). В программе ArcMap (модуль Spatial Analyst) были построены карты трещинных коллекторов и, с учетом новейших деформаций (депрессии или поднятия, или переходные зоны), карта прогноза нефтегазоперспективных участков и площадей баженовского уровня (рис. 5).

Анализ распределения плотности линеаментов и зон разуплотнения отложений, а также соотношений неотектонического плана с мощностями отложений баженовского уровня и их структурным положением показывает, что наибольшие прогнозные площади формирования ловушек УВ в рассматриваемом горизонте распределились в пределах Пайдугинско-Каралькинской гряды и Парабельской области новейших поднятий. Весьма перспективны с учетом новейших деформаций участки, расположенные в зоне схождения Нижнеомского мегавала и Муромцевской мегавпадины, на Бахилевском мегавале и Хохряковской мегаседловине и др. (см. рис. 5).

Авторы статьи опирались на историческую последовательность формирования волжских аргиллитов и установленные критерии, благоприятные для образования пород-коллекторов, а также



учитывали ранее определенные параметры влияющие на оценку перспектив нефтегазонасности баженовской свиты: пластовые температуры и давление; степень катагенетической трансформации

органического вещества; степень изолированности баженовской свиты от выше- и нижележащих отложений; толщина пород баженовской свиты в соотношении с содержанием органического углерода;

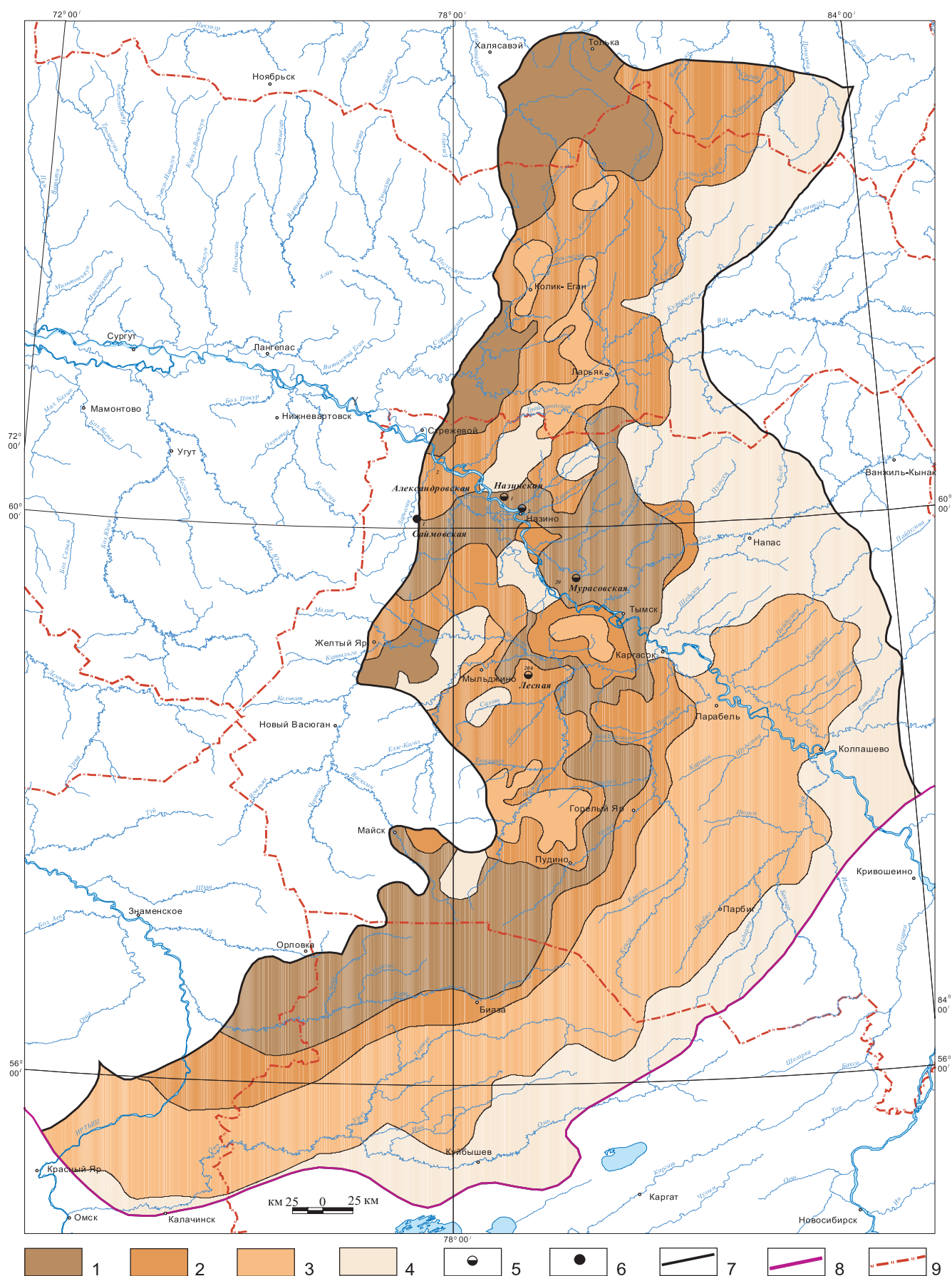


Рис. 6. Карта перспектив нефтегазоносности баженовской свиты

Зоны по перспективности: 1 – высокоперспективная, 2 – среднеперспективная, 3 – низкоперспективная, 4 – бесперспективная; скважины: 5 – с пленкой нефти, 6 – с непромышленным притоком нефти; границы: 7 – участка работ, 8 – НПП; 9 – административные

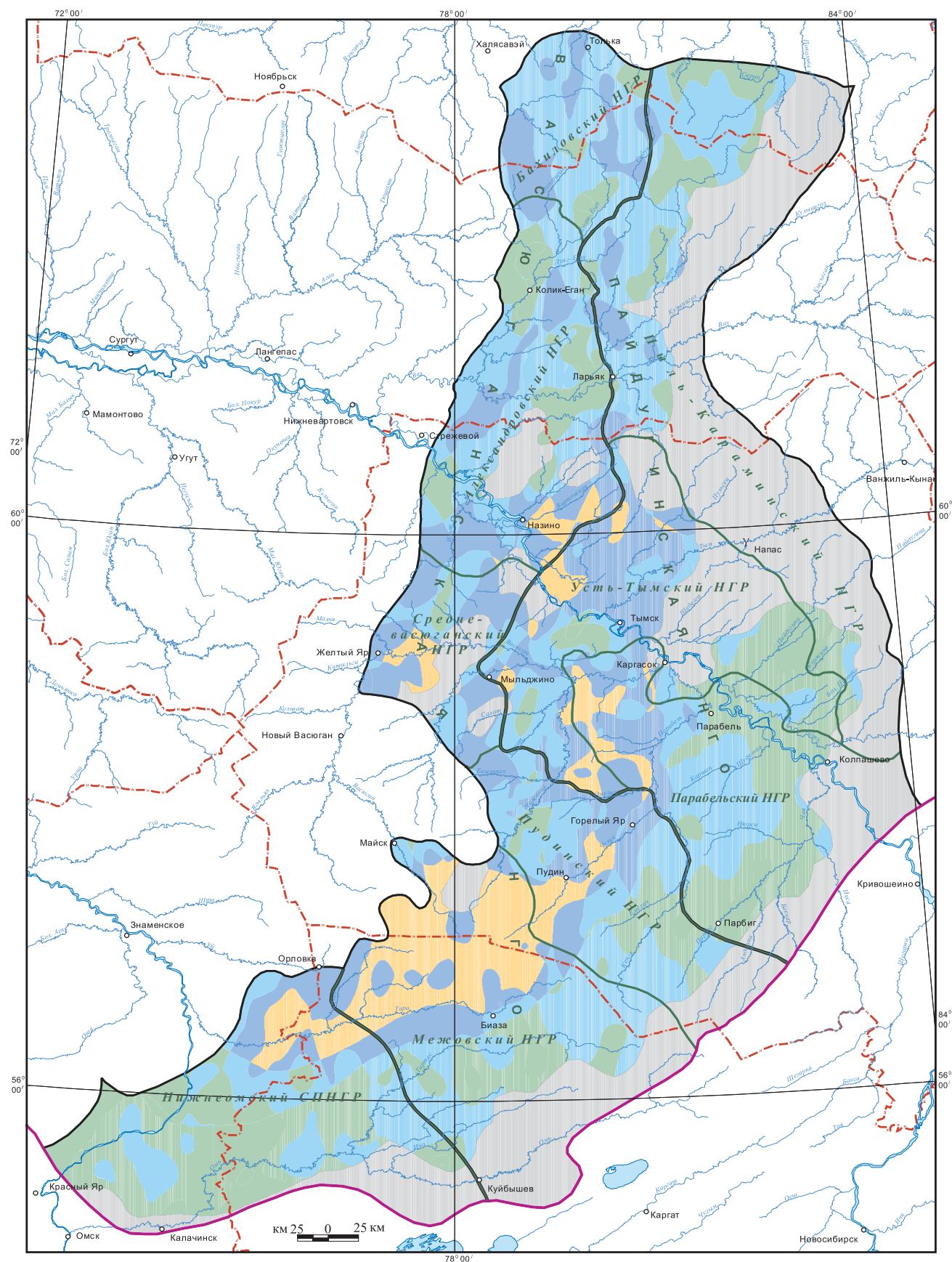


Рис. 7. Карта плотностей начальных геологических ресурсов нефти баженовской свиты

1–6 – удельные плотности начальных суммарных геологических ресурсов УУВ, тыс. т/км² (1 – 0–5, 2 – 5–10, 3 – 10–20, 4 – 20–30, 5 – 30–50, 6 – бесперспективные); 7–11 – границы: 7 – участка работ, 8 – НГП, 9 – НГО, 10 – НГР, 11 – административные

кажущееся удельное электрическое сопротивление КС [1, 10, 14, 16, 32]. На этой основе предлагается разделить территорию распространения баженовского горизонта юго-востока Западной Сибири на три категории по степени перспективности, выделяя область земель, бесперспективных на обнаружение залежей УВ. Последняя установлена на территории развития марьяновской свиты (рис. 6). Количественная оценка начальных суммарных ресурсов (НСР) нефти баженовской свиты, выполненная объемным методом с использованием основных параметров Федюшкинского месторождения (в Нижнеомском, Межевском, Пудинском, Средневасюганском, Александровском, Бахилевском, Парабельском, Усть-Тымском и Пыль-Караминском НГР) составляет 3773,3 млн т. Соответственно, НСР нефти для высокоперспективной зоны составляет 1937 млн т, для среднеперспективной – 1079,6 млн т, для низкоперспективной – 756,6 млн т.

Авторы статьи приводят оценку геологических ресурсов и считают, что без выполнения опытно-методических работ на территории исследований оценивать извлекаемые ресурсы некорректно, поскольку широко известные методические и практические разработки, связанные с промышленной нефтеносностью баженовской свиты в зоне ее сочленения с тутлеймской и абалакской свитами, по геологическим параметрам отличаются от зоны сочленения баженовской и марьяновской свит. Так, например, для районов Широкого Приобья анализ результатов испытаний показал, что подавляющее большинство притоков нефти из баженовской свиты ограничено изоомой –250 Ом·м, а для более южных территорий близко от внешней границы Западно-Сибирской НГП эти показатели приравниваются к 100 Ом·м (Бакляное месторождение) [19].

В результате выполненных исследований построена карта плотностей НСР нефти баженовской свиты. При этом из общего баланса для каждой перспективной зоны учтена возможность развития трещинных коллекторов, которые подразделяются на три категории и обуславливают соответствующие поправочные коэффициенты (см. рис. 5). Плотность высокоперспективной зоны изменяется от 50 до 20 тыс. т/км², среднеперспективной – от 25 до 10 тыс. т/км², низкоперспективной – от 14 до 6 тыс. т/км² (рис. 7).

Представленные результаты подтвердили точку зрения, высказанную Ф. Г. Гурари [8], И. И. Нестеровым [18, 20] и Р. В. Беловым [5]: в верхнеюрских отложениях Западно-Сибирского осадочного мегабассейна еще имеется значительный резерв залежей УВ, которые связаны с неантиклинальными ловушками, тяготеющими к зонам депрессий и палеосклонам подводных возвышенностей.

Полученные результаты являются основой для дальнейшей постановки опытно-методических работ и разработки технологических решений

по освоению трудноизвлекаемых запасов нефти из конкретных литогенетических типов, имеющих пространственные ограничения и, соответственно, требующих индивидуального подхода для интенсификации притоков УВ из сложнопостроенных пластов-коллекторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Баженовская** свита – главный источник ресурсов нетрадиционной нефти в России / А. Э. Конторович, Л. М. Бурштейн, В. А. Казаненков и др. // *Георесурсы, геоэнергетика, геополитика: Электронный журнал*. – 2014. – № 2 (10). – С. 1–8. – Точка доступа: http://oilgasjournal.ru/vol_10/kontorovich.pdf.
2. **Баженовская** свита: литолого-геохимическая классификация и седиментационная модель / И. Д. Полякова, Л. А. Кроль, Г. Н. Перозин, Е. А. Предтеченская // *Геология и геофизика*. – 2002. – Т. 43, № 3. – С. 225–236.
3. **Баженовская** свита: седиментационная модель, палеоэкологическая обстановка / Ф. Г. Гурари, Л. А. Кроль, Г. Н. Перозин и др. // *Среда и жизнь в геологическом прошлом: матер. Всерос. симп.* – Новосибирск: НИЦ ОИГГМ, 2000. – С. 32–33.
4. **Баженовский** горизонт Западной Сибири / Ю. В. Бродучан, А. В. Гольберт, Ф. Г. Гурари и др. // *Тр. ИГиГ СО АН СССР*. – 1986. – Вып. 649. – 216 с.
5. **Белов Р. В.** Прогноз верхнеюрских коллекторов в Нурольском бассейне Западной Сибири // *Нефтегазовая геология и геофизика*. – 1994. – № 7. – С. 36–38.
6. **Блауберг И. В., Садовский В. Н., Юдин Э. Г.** Философский принцип системности и системный подход // *Вопросы философии*. – 1978. – № 8. – С. 39–52.
7. **Гурари Ф. Г.** Доманикиты и их нефтегазонасность // *Советская геология*. – 1981. – № 11. – С. 3–12.
8. **Гурари Ф. Г.** Об условиях накопления и нефтеносности баженовской свиты Западной Сибири // *Сб. науч. тр. СНИИГГиМС*. – 1979. – Вып. 271. – С. 153–160.
9. **Гурари Ф. Г., Гурари И. Ф.** Формирование залежей нефти в аргиллитах баженовской свиты Западной Сибири // *Геология нефти и газа*. – 1974. – № 5. – С. 36–40.
10. **Гурари Ф. Г., Матвиенко И. А.** Литолого-геохимическая характеристика некоторых доманикитных толщ Сибири // *Проблемы геологии и нефтегазонасности верхнепалеозойских и мезозойских отложений Сибири*. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1984. – С. 66–67.
11. **Девятов В. П., Сапьяник В. В.** Главнейшие геологические события мезозоя Сибири // *Региональная геология. Стратиграфия и палеонтология фанерозоя Сибири: сб. науч. тр.* – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2009. – С. 123–130.
12. **Захаров В. А.** Бухиды и биостратиграфия бореальной верхней юры и неокома. – М.: Наука, 1981. – 270 с.



13. **Захаров В. А., Сакс В. Н.** Баженовское (волжско-берриасское) море Западной Сибири // Палеобиография и биостратиграфия юры и мела Западной Сибири. — М.: Наука, 1983. — С. 5–32.

14. **Зубков М. Ю., Сонич В. П., Зарипов О. Г.** Геологические и литолого-геохимические критерии промышленной нефтеносности отложений баженовской свиты Западной Сибири // Проблемы нефтеносности баженовской свиты: сб. науч. тр. — М.: ИГиРГИ, 1986. — С. 5–14.

15. **Классификация** разрезов и детальное картирование доманикитов / И. Д. Полякова, Л. А. Кроль, Г. Н. Перозо, Е. А. Предтеченская // Тихоокеанская геология. — 2001. — Т. 20, № 5. — С. 58–71.

16. **Конторович А. Э., Полякова И. Д., Стасова О. Ф.** Органическая геохимия мезозойских нефтегазоносных отложений Сибири. — М.: Недра, 1974. — 189 с.

17. **Конторович В. А.** Генерационный потенциал волжских отложений в юго-восточных районах Западной Сибири // Геология нефти и газа. — 2001. — № 1. — С. 26–32.

18. **Литология**, минералогия и стадийные изменения верхнеюрских отложений нефтеносной баженовской свиты Западно-Сибирской плиты / Г. Н. Перозо, Е. А. Предтеченская, М. Ф. Соколова, Н. Т. Мандрикова // Тр. V Всесоюз. сем. «Формации осадочных бассейнов». — М.: МГУ, 1985. — С. 248–249.

19. **Методика** оценки перспектив нефтегазоносности баженовских отложений Западной Сибири / Е. П. Ефремов, М. Ю. Зубков, Ф. Я. Боркун и др. // Энергия и механизм первичной миграции углеводородов. — М.: Наука. 1988. — С. 152–161.

20. **Нестеров И. И.** Нефтегазоносность битуминозных глин баженовской свиты Западной Сибири // Советская геология. — 1980. — № 11. — С. 3–10.

21. **Нестеров И. И.** Проблемы геологии нефти и газа второй половины XX века. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. — 605 с.

22. **О генезисе** карбонатов в составе баженовской свиты центральных и юго-восточных районов Западно-Сибирской плиты / Е. А. Предтеченская, Л. А. Кроль, Ф. Г. Гурари и др. // Литосфера. — 2006. — № 4. — С. 131–148.

23. **Опыт** применения материалов ГИС для реконструкции условий формирования доманикитов (на примере баженовской свиты Центрального Приобья) / Е. А. Предтеченская, В. В. Сапьяник, Л. А. Кроль и др. // Фациальный анализ в нефтегазовой литологии: тр. II Регион. совещ., посвящ. памяти Л. Н. Ботвинкиной. — Томск: ТПУ, 2012. — С. 137–147.

24. **Палеобиофации** нефтегазоносных волжских и неокомских отложений Западно-Сибирской плиты / С. П. Булыникова, А. В. Гольберт, А. В. Климова и др. — М.: Недра, 1978. — 87 с.

25. **Палеогеография** Западно-Сибирского осадочного бассейна в юрском периоде / А. Э. Конторович, В. А. Конторович, С. В. Рыжкова и др. // Геология и геофизика. — 2013. — Т. 54, № 8. — С. 972–1012.

26. **Палеоэкологические** обстановки седиментации волжских доманикитов Западной Сибири / В. В. Сапьяник, А. Н. Алейников, Н. К. Могучева, Е. А. Предтеченская // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО»: тр. 17-й науч.-практ. конф. Т. I. — Ханты-Мансийск, 2015. — С. 94–104.

27. **Первые** находки губок, строматолитов и фациальная природа верхнеюрских пелитолитов Шаимского региона / А. Н. Алейников, Г. Д. Исаев, А. И. Кудаманов и др. // Георесурсы. — 2008. — № 5(28). — С. 8–10.

28. **Реконструкция** обстановок седиментации нефтеперспективных отложений баженовской свиты на востоке ХМАО по материалам ГИС / Л. А. Кроль, Е. А. Предтеченская, В. В. Сапьяник и др. // Литологические и геохимические основы прогноза нефтегазоносности: матер. междунар. науч.-практ. конф. — СПб.: ВНИГРИ, 2008. — С. 297–303.

29. **Рифогенные** и сульфатоносные формации фанерозоя СССР / Г. А. Беленицкая, Н. М. Задорожная, А. К. Иогансон и др. // Тр. ВСЕГЕИ. — М.: Недра, 1990. — 291 с.

30. **Типы** разрезов и условия формирования баженовской свиты на северо-востоке ХМАО / Л. А. Кроль, Н. В. Нассонова, С. В. Остапенко и др. // Матер. 8-го Урал. литол. совещ. — Екатеринбург: УрО РАН, 2010. — С. 376–385.

31. **Условия** формирования и методика поисков залежей нефти в аргиллитах баженовской свиты / Ф. Г. Гурари, Э. Я. Вайц, В. Н. Меленевский и др. — М.: Недра, 1988. — 197 с.

32. **Ушатинский И. Н.** Литология и перспективы нефтеносности юрско-неокомских битуминозных отложений Западной Сибири // Советская геология. — 1981. — № 2. — С. 11–22.

33. **Халлем Э.** Интерпретация фаций и стратиграфическая последовательность. — М.: Мир, 1983. — 328 с.

REFERENCES

1. Kontorovich A. E., Burshtejn L. M., Kazanenkova V. A., et al. [The Bazhenov Suite is the main reserve of unconventional oil in Russia]. *Georesursy, geoenergetika, geopolitika: elektronnyy zhurnal – Georesources, Geoenergetics, Geopolitics: Electronic Journal*, 2014, no. 2 (10), pp. 1–8. Available at: http://oilgasjournal.ru/vol_10/kontorovich.pdf. (In Russ.).

2. Polyakova I. D., Krol L. A., Perozio G. N., Predtechenskaya E. A. [Classification of cross-sections and detailed mapping of domanikites]. *Tihookeanskaya geologiya – Russian Journal of Pacific Geology*, 2001, vol. 20, no. 5, pp. 58–71. (In Russ.).

3. Gurari F. G., Krol L. A., Perozio G. N. et al. [Bazhenovskaya Formation: sedimentation model, paleoecological environment]. *Sreda i zhizn' v geologicheskoy proshlom: Mater. Vserossiyskogo simpoziuma* [Environment and life in geological past: Proc. of the all-Russian symposium]. Novosibirsk, NIGGGM Publ., 2000, pp. 32–33. (In Russ.).

4. Braduchan Yu. V., Golbert A. V., Gurari F. G., Zaharov V. A., et al. *Bazhenovsky gorizont Zapadnoy Sibiri*



[Bazhenovsky horizon in West Siberia]. *Tr. IGiG SO AN SSSR – Proc. of IGiG SB AN SSSR*. Novosibirsk, Nauka Publ., Siberian Branch, 1986, no. 649. 216 p. (In Russ.).

5. Belov R. V. [Prediction of the Upper Jurassic reservoirs in the Nyuroika basin in West Siberia]. *Neftgazovaya geologiya i geofizika – Petroleum Geology and Geophysics*, 1994, no. 7, pp. 36–38. (In Russ.).

6. Blauberg I. V., Sadovsky V. N., Yudin E. G. [The philosophical principle of systematicity and a systems approach]. *Voprosy filosofii – Problems of Philosophy*, 1978, no. 8, pp. 39–52. (In Russ.).

7. Gurari F. G. [Domanikites and their oil bearing potential]. *Sovetskaya geologiya – Soviet Geology*, 1981, no. 11, pp. 3–12. (In Russ.).

8. Gurari F. G. [Depositional environment and oil content of the Bazhenovskaya Formation in West Siberia]. *Tr. SNIIGGiMS – SNIIGGiMS Proceedings*. Novosibirsk, 1979, no. 271, pp. 153–160. (In Russ.).

9. Gurari F. G., Gurari I. F. [Formation of oil pools in the mudstones of the Bazhenovskaya Formation in West Siberia]. *Geologiya nefti i gaza – Oil and Gas Geology*, 1974, no. 5, pp. 36–40. (In Russ.).

10. Gurari F. G., Matvienko I. A. [Lithogeochemical description of some domanikite strata in Siberia]. *Sbornik nauchn. tr. SNIIGGiMS «Problemy geologii i neftegazonosnosti verhnepaleozojskikh i mezozojskikh otlozheniy Sibiri»* [SNIIGGiMS Proceedings “Problems of geology and oil and gas content of the Upper Paleozoic and Mesozoic deposits of Siberia”]. Novosibirsk, 1984, pp. 66–67. (In Russ.).

11. Devyatov V. P., Sapyanik V. V. [Major geological events in Siberia in the Mesozoic time]. *Regional'naya geologiya. Stratigrafiya i paleontologiya fanerozoia Sibiri: Sb. nauch. tr. SNIIGGiMS* [Regional geology. Stratigraphy and paleontology of the Phanerozoic of Siberia: SNIIGGiMS Proceedings]. Novosibirsk, SNIIGGiMS Publ., 2009, pp. 123–130. (In Russ.).

12. Zaharov V. A. *Bukhiidy i biostratigrafiya boreal'noy verhney yury i neokoma* [Boreal Upper Jurassic and Neocomian buchiides and biostratigraphy]. Moscow, Nauka Publ., 1981. 270 p. (In Russ.).

13. Zaharov V. A., Saks V. N. [Bazhenovskoe (Volgian-Berriassian) sea in West Siberia]. *Paleobiografiya i biostratigrafiya yury i mela Zapadnoy Sibiri* [Jurassic and Cretaceous paleobiography and biostratigraphy of West Siberia]. Moscow, Nauka Publ., 1983, pp. 5–32. (In Russ.).

14. Zubkov M. Yu., Sonich V. P., Zaripov O. G. [Geological and lithogeochemical criteria of commercial oil content of the Bazhenovskaya Formation of West Siberia]. *Sbornik nauchn. tr. IGIRGI «Problemy neftenosnosti bazhenovskoy svity»* [Collection of research papers of IGIRGI “Problems of oil and gas content of the Bazhenovskaya Formation”]. Moscow, IGIRGI Publ., 1986, pp. 5–14. (In Russ.).

15. Polyakova I. D., Krol L. A., Perozio G. N., Predtechenskaya E. A. [Lithological and geochemical classification and a sedimentation model of the Bazhenov Formation]. *Geologiya i geofizika – Russian Geology and Geophysics*, 2002, vol. 43, no. 3, pp. 225–236. (In Russ.).

16. Kontorovich A. Ye., Poljakova I. D., Stasova O. F. *Organicheskaya geokhimiya mezozoyskikh neftegazonosnykh otlozheniy Sibiri* [Organic geochemistry of the Mesozoic oil and gas accumulations of Siberia]. Moscow, Nedra Publ., 1974. 189 p. (In Russ.).

17. Kontorovich V. A. [Generation potential of the Volgian deposits in the southeast of West Siberia]. *Geologiya nefti i gaza – Oil and Gas Geology*, Moscow, VNI-IOENG Publ., 2001, no. 1, pp. 26–32. (In Russ.).

18. Perozio G. N., Predtechenskaya E. A., Mandrikova N. T., Sokolova M. F. [Lithology and mineralogy of a bituminous argillaceous-siliceous formation in West Siberia]. *Glinistye formatsii Sibiri i Dal'nego Vostoka i ikh rudonosnost': Trudy soveshch. Sibirsk. i Dal'nevostochn. otdeleniy Mezhdudomstv. litologich. komiteta* [Argillaceous formations of Siberia and the Far East and their ore bearing potential: Proceedings of the Meeting of the Siberia and the Far East branches]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1985, pp. 248–249. (In Russ.).

19. Efremov E. P., Zubkov M. Yu., Borkun F. Ya., et al. [Methods to assess oil and gas bearing prospects of the Bazhenovskaya Formation in West Siberia]. *Energiya i mekhanizm pervichnoy migratsii uglevodorodov* [Energy and mechanism of primary hydrocarbons migration]. Moscow, Nauka Publ., 1988, pp. 152–161. (In Russ.).

20. Nesterov I. I. [Oil and gas content of bituminous clays of the Bazhenovskaya Formation of West Siberia]. *Sovetskaya geologiya – Soviet Geology*, 1980, no. 11, pp. 3–10. (In Russ.).

21. Nesterov I. I. *Problemy geologii nefti i gaza vtoroj poloviny XX veka* [Problems of oil and gas geology in the second half of the 20th century]. Novosibirsk, SB RAS Publ., 2007. 605 p. (In Russ.).

22. Predtechenskaya E. A., Krol L. A., Gurari F. G., et al. [Genesis of carbonates of the Bazhenovskaya Formation in the central and south-eastern regions of the West Siberian plate]. *Litosfera – Lithosphere*, 2006, no. 4, pp. 131–148. (In Russ.).

23. Predtechenskaya E. A., Sapyanik, L. A. Krol V. V., et al. [Experience in application of well logging data to reconstruct the formation conditions of domanikites]. *Facial'nyy analiz v neftegazovoy litologii: Tr. II Region. soveshch., posvyashch. pamyati L. N. Botvinkinoy* [Facies analysis in oil and gas lithology: Proceedings of the 2nd Regional Meeting dedicated to the memory of L. N. Botvinkina]. Tomsk, TPU Publ., 2012, pp. 137–147. (In Russ.).

24. Bulynnikova S. P., Golbert A. V., Klimova A. V., et al. *Paleobiofatsii neftegazonosnykh volzhskikh i neokomskikh otlozheniy Zapadno-Sibirskoy plity* [Paleobiofacies of oil and gas bearing deposits in West Siberia]. Moscow, Nedra Publ., 1978. 87 p. (In Russ.).

25. Kontorovich A. E., Kontorovich V. A., Ryzhkova S. V., et al. [Jurassic paleogeography of the West Siberian sedimentary basin]. *Geologiya i geofizika – Russian Geology and geophysics*, 2013, vol. 54, no. 8, pp. 747–779.

26. Sapyanik V. V., Aleynikov A. N., Mogucheva N. K., Predtechenskaya E. A. [Paleoecological depo-



sitional environments of the Volgian domanikites in West Siberia]. *Puti realizatsii neftegazovogo potentsi-ala KhMAO: Tr. 17-y nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Ways to unlock the oil and gas potential of KhMAO: Proc. of the 17th Research-to-Practice Conference]. Khanty-Mansiysk, 2015, vol. I, pp. 94–104. (In Russ.).

27. Aleynikov A. N., Isaev G. D., Kudamanov A. I., et al. [New findings of sponges, stromatholiths, and algae and facial nature of the Upper Yurassic pelitic sediments developed within the Shaimsk region]. *Georesursy – Geological resources*, 2008, no. 5(28), pp. 8–10. (In Russ.).

28. Krol L. A., Predtechenskaya E. A., Sapyanik V. V., et al. [Depositional environment modeling of the Bazhenovskaya Formation deposits promising for oil in the east of KhMAO from drilling data]. *Litologicheskie i geohimicheskie osnovy prognoza neftegazonosnosti: Mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Lithological and geochemical basics of oil prediction; proceeding of international research-to-practice conference]. St. Petersburg, VNIGRI Publ., 2008, pp. 297–303. (In Russ.).

29. Belenitskaya G. A., Zadorozhnaya N. M., Logan-son A. K., et al. *Rifogennyye i sul'fatonosnye formatsii*

fanerozooya SSSR [Reef-related and sulphate-bearing formations of the Phanerozoic strata in the USSR]. VSEGEI Proc. Moscow, Nedra, 1990. 291 p. (In Russ.).

30. Krol L. A., Nassonova N. V., Ostapenko S. V., et al. [Types of cross-sections and depositional environment of the Bazhenovskaya Formation in the northeast of KhMAO]. *Mater. 8-go Ural'skogo litologicheskogo sovesh-haniya* [Proc. of the 8th Urals lithological Meeting]. Ekaterinburg, UrO RAN Publ., 2010, pp. 376–385. (In Russ.).

31. Gurari F. G., Vayts E. Ya., Melenevsky V. N., et al. *Usloviya formirovaniya i metodika poiskov zalezhey nefti v argillitakh bazhenovskoy svity* [Formation conditions and methods to search oil pools in the mudstones of the Bazhenovskaya Formation]. Moscow, Nedra Publ., 1988. 197 p. (In Russ.).

32. Ushatinsky I. N. [Lithology and oil bearing prospects of the Jurassic-Neocomian bituminous deposits in West Siberia]. *Sovetskaya geologiya – Soviet Geology*, 1981, no. 2, pp. 11–22. (In Russ.).

33. Hellem E. *Interpretatsiya fatsiy i stratigra-ficheskaya posledovatel'nost'* [Facies interpretation and stratigraphic sequence]. Moscow, Mir Publ., 1983. 328 p. (In Russ.).

© В. В. Сапьяник, Е. А. Предтеченская, Л. А. Кроль, И. С. Павлухин, Ю. Л. Зайцева, А. П. Хилько, 2017