



УДК (552.578.2.061.4:553.24.065):551.762(571.1)

ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ КРАСНОЛЕНИНСКОГО И КАЙМЫСОВСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ РАЙОНОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Е. А. Предтеченская¹, О. Н. Злобина²¹Сибирский НИИ геологии, геофизики и минерального сырья, Новосибирск, Россия; ²Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука, Новосибирск, Россия

Объект исследований – юрские отложения Красноленинского и Каймысовского нефтегазоносных районов Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, которые по стратиграфической полноте разрезов и масштабности проявления наложенных гидротермальных процессов могут рассматриваться как наиболее показательные. Актуальность исследований обусловлена наличием в этих толщах крупных месторождений нефти и газа. Изучены разрезы ряда скважин в диапазоне от шараповского до васюганского горизонтов включительно. Выявлены минералы-индикаторы наложенных гидротермальных процессов, установлены повышенные значения степени катагенеза пород. Высказано предположение о значительной роли растворов, обогащенных CO₂, в формировании пластов с высокими фильтрационно-емкостными свойствами. Полученные данные могут быть использованы для прогноза зон развития улучшенных коллекторов в нефтегазоносных комплексах Западно-Сибирской НГП.

Ключевые слова: Западная Сибирь, Красноленинский, Каймысовский районы, юрские отложения, глубинные разломы, гидротермальные процессы, коллекторские свойства.

HYDROTHERMAL PROCESSES IN JURASSIC DEPOSITS OF THE KRASNOLENINSKIY AND KAYMYSOVSKIY PETROLEUM REGIONS OF WEST SIBERIA

Е. А. Predtechenskaya¹, O. N. Zlobina²¹Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources, Novosibirsk, Russia; ²A.A.Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Novosibirsk, Russia

Jurassic sediments of the Krasnoleninskiy and Kaymysovskiy petroleum regions of the West Siberian Petroleum Province served as the exploration target because according to the stratigraphic completeness of sections and the scale of manifestation of superimposed hydrothermal processes can be considered as the most significant targets. The relevance of researches is dictated by the presence of large oil and gas fields in these strata. Sections of a number of wells were studied in the range from the Sharapovskiy to Vasyuganskiy horizons inclusive. Indicator minerals of superimposed hydrothermal processes have been identified, increased values of the catagenesis degree of rocks in the areas under consideration have been established. It was suggested that solutions enriched with CO₂ play a significant role in the formation of reservoirs with high reservoir properties. The data obtained can be used to predict development zones of improved reservoirs in petroleum plays of the West Siberian Petroleum Province.

Keywords: West Siberia, Krasnoleninskiy, Kaymysovskiy regions, Jurassic sediments, deep-seated faults, hydrothermal processes, reservoir properties.

DOI 10.20403/2078-0575-2020-1-40-55

К настоящему времени установлено, что катагенетическая зональность, характерная для большинства юрских разрезов Западно-Сибирского мегабассейна, заметно нарушена на ряде нефтегазоносных площадей, в пределах которых породы осадочного чехла испытали влияние наложенных гидротермальных процессов. Последние хорошо фиксируются на сейсмических разрезах в виде искажения границ, зон неопределенности и потери отражений [18, 19]. Указанные процессы, интенсивно проявлявшиеся в юрское время в Красноленинском и Каймысовском нефтегазоносных районах (НГП), отражены в масштабной вторичной минерализации (карбонатизации, каолинитизации, окварцевании и др.), которая развивалась путем метасоматического замещения исходных структурных элементов в породах и/или заполнения пор и трещин, сформировавшихся в обстановках се-

дименто-, диа- и катагенеза, а также пустотном пространстве, образованном в результате растворения минералов под действием газотермальных флюидов (рис. 1). В таких разрезах на разных глубинах могут наблюдаться зоны разуплотнения с высокими фильтрационно-емкостными свойствами (ФЕС) и участки с признаками активной разгрузки растворов, где коллекторские свойства пород резко ухудшаются из-за «залечивания» минеральными фазами всего объема пустотного пространства [3, 11–16].

Неоднократный пульсационный характер процессов флюидомиграции отражается в интенсивности и структурах вторичного минералообразования: в формировании двойных и множественных каемок и щеток нарастания кремнистого состава на зернах кварца, карбонатов нескольких генераций, аутигенных полевых шпатов и других минералов.

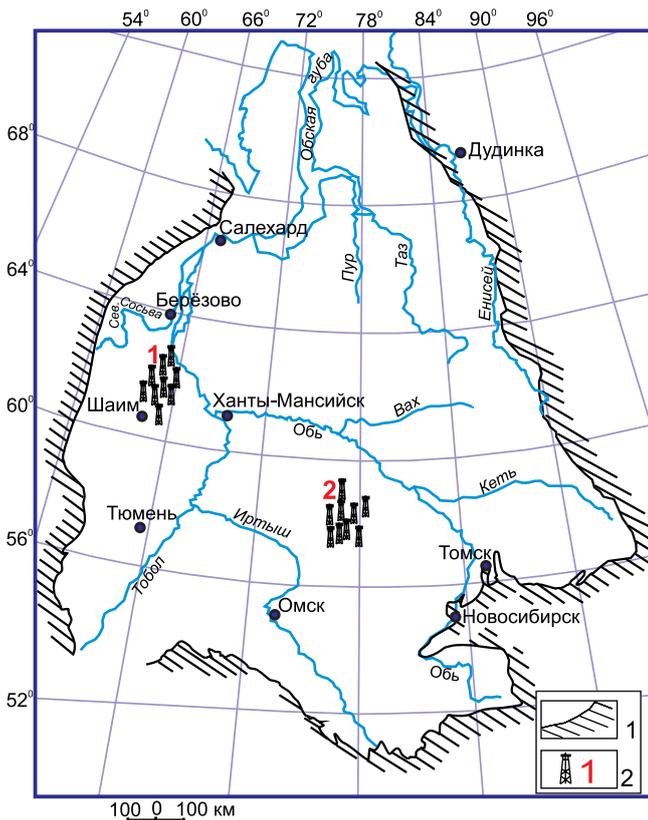


Рис. 1. Местоположение изученных районов
1 – граница Западно-Сибирской плиты; 2 – районы исследований (1 – Красноленинский и Шаимский, 2 – Каймысовский)

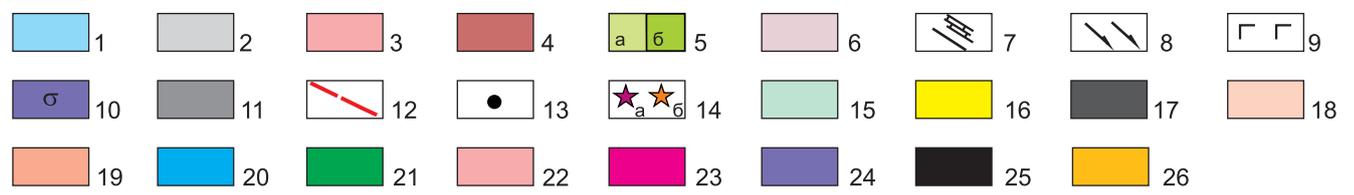
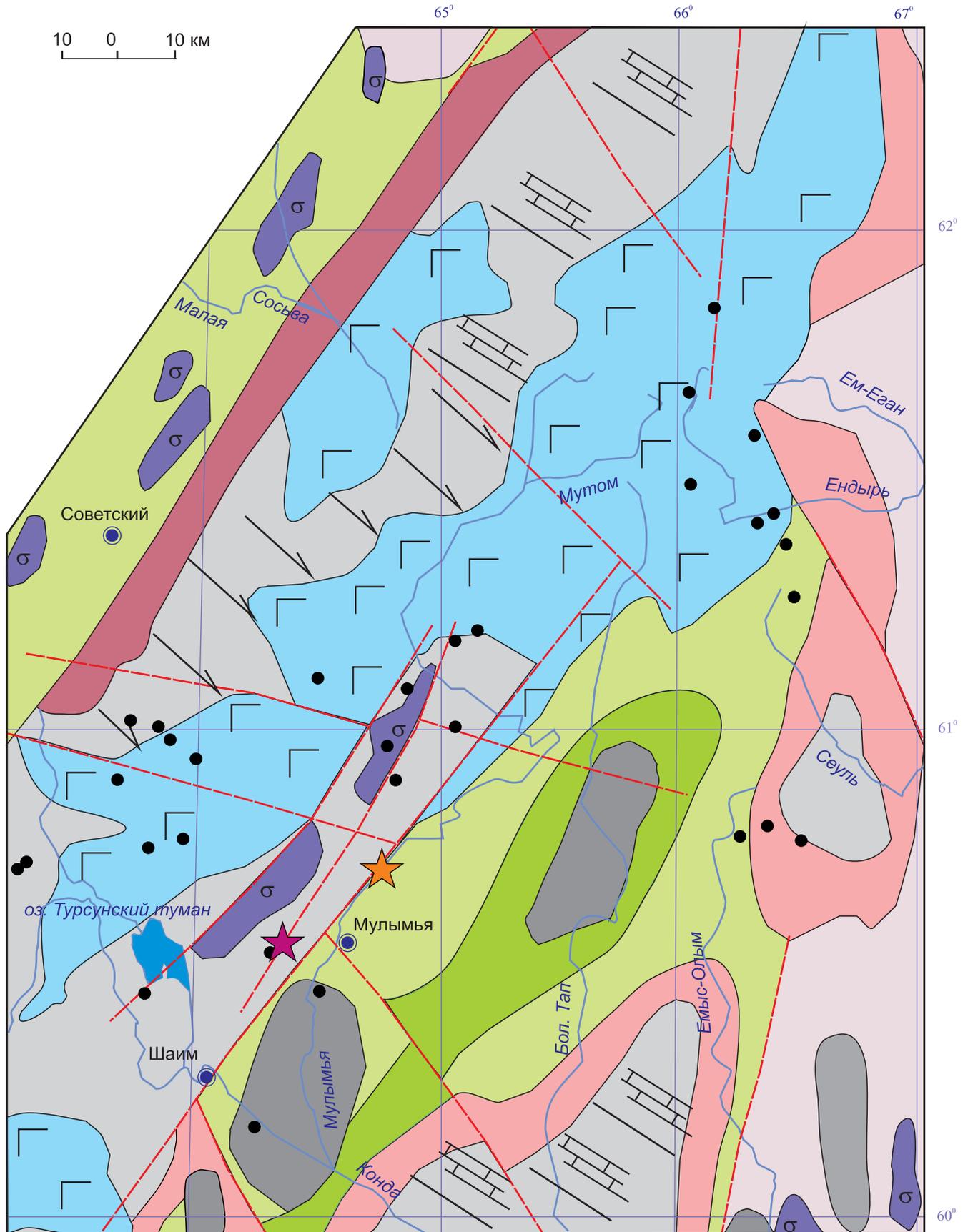
К основным критериям при определении степени влияния наложенных процессов на постседиментационные (фоновые) преобразования осадочных толщ относятся «сквозной» характер их проявления и большой вертикальный масштаб, охватывающий снизу вверх по разрезу значительные мощности отложений. При этом существенно преобразуются не только проницаемые породы (гравелиты, песчаники, алевролиты), но и глинистые флюидоупоры.

Системы трещиноватости, по ряду причин возникающие в глинистых пачках, могут служить путями для транзита растворов различного состава. В зонах их активной миграции в породах возникают горизонты выщелачивания, псевдобрекчиевые текстуры, меняется минеральный состав. Пассивные трещины залечиваются аутигенными минералами – кальцитом, кварцем, опалом, халцедоном, каолинитом и др. Так, например, в Шаимском структурно-фациальном районе (СФР) Обь-Иртышской структурно-фациальной области (СФО) на Андреевской площади в скважинах, пробуренных вдоль дизъюнктивных нарушений, в аргиллитах по всему верхнебайос-нижнеоксфордскому разрезу мощностью около 62 м (от коры выветривания доюрского основания до пачки глин георгиевского горизонта) присутствует гиббсит (рис. 2). На Убинской площади в составе изохронных отложений наблюдаются иллит (15–30 %) и вермикулит (до 25 %) (см. рис. 2). В целом изученный комплекс глинистых минералов

и их последовательная смена от подошвы к кровле толщи значительно отличаются от таковых в разрезах, вскрытых в нескольких километрах от разломов. Аналогичная ситуация наблюдается на ряде разведочных площадей Обь-Тазовской СФО в Уренгойской, Часельской, Нюрольской, Тымской и Варьеганской СФЗ [13–17]. В Нюрольской СФЗ «аномальные» разрезы вскрыты скважинами Средняя 10, Колтогорские 1 и 2, Черемшанская 1, Болтная 1, Двуреченские 1 и 2, Крапивинские 190 и 208, Тагайские 2–8 (Колтогорский и Каймысовский НГР) [2, 12, 13].

Уникальность **Красноленинского** и соседнего **Шаимского** НГР заключается в том, что в их пределах породы доюрского основания подверглись гидротермальному изменению еще до дезинтеграции и сноса (при формировании коры выветривания) в результате действия газотермальных источников, возможно, генетически связанных с поствулканическими и другими сопутствующими процессами пермо-триасового рифтогенеза (рис. 3) [7, 8, 11, 24]. Деятельность источников с разной интенсивностью продолжалась в ранней юре в субаквальных и субаэральных условиях. Флюиды, разгрузившиеся на дне водоемов, способствовали образованию аутигенных минералов, ассоциации которых определялись составом высачивающихся гидротерм. Пропитка фумарольными, гейзерными растворами областей сноса терригенного материала сформировала специфическую кору выветривания с гиббситом, каолинитом высокой степени структурной упорядоченности, диккитом, гетитом и другими минералами в ее составе. Поэтому в делювиально-пролювиальных осадках шарاپовского времени (гравелитах и песчаниках пласта ЮК₁₁) наряду с аутигенными диккитом и каолинитом, выполняющими первичное и вторичное поровое пространство, наблюдаются окатанные агрегаты диккит-каолинитового состава (рис. 4). Диаметр глинистых микролитов в этих агрегатах меньше по сравнению с аутигенными фазами в порах, где размер новообразований каолинита и диккита часто достигает 30–40 мкм [4, 5, 9 и др.].

Детальная петрографическая характеристика нижнеюрских отложений Красноленинского района приводилась авторами ранее [4, 7, 8 и др.]. Однако роль обломков диккит-каолинитового состава в формировании коллекторов специально не рассматривалась в связи со сложностью их идентификации в уплотненных породах. На рис. 4 проиллюстрирована степень деформации глинистых обломков в разнозернистых полевошпатово-кварцевых граувакках шарापовского горизонта, вскрытых Талинской скв. 2797. В ходе исследования были зафиксированы слабо деформированные окатанные обломки диккит-каолинитового состава (см. рис. 4, а, б, ж) и зерна с высокой степенью пластической деформации, среди которых выделяются два типа. Первый – с хорошо развитыми контактами приспособления, но с сохранившимися индивидуальными контурами и открытыми межзерновыми порами



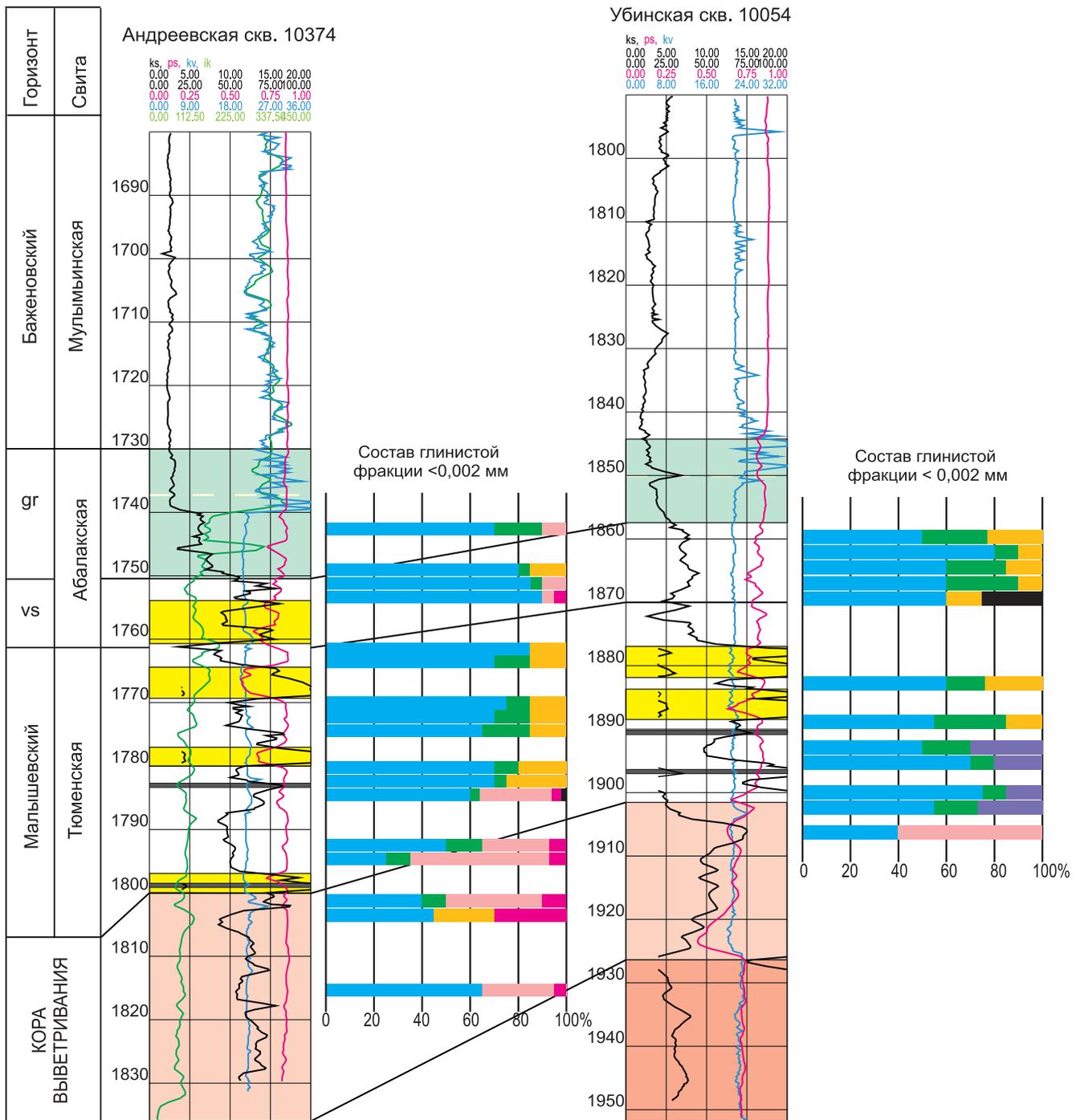


Рис. 2. Фрагмент схематической геологической карты доюрского основания Западно-Сибирской плиты в пределах Красноленинского и Шаимского нефтегазоносных районов (по данным СНИИГГиМС, 1995 г.) и состав глинистого вещества в разрезах, вскрытых скважинами

1 – триасовая система, нижний – средний отделы: песчано-глинистые и вулканогенно-осадочные отложения, эффузивы основного состава; 2 – каменноугольная система, нижний отдел: карбонатные и карбонатно-терригенные отложения, эффузивы основного и среднего состава; 3 – девонская система, средний – верхний отделы: эффузивы основного и среднего состава с прослоями терригенных и карбонатных пород; 4 – девонская система, нижний отдел: терригенные, терригенно-карбонатные, часто красноцветные образования; 5 – нижне-средний (а) и нижний (б) палеозой (нерасчлененный): углисто-кремнистые, серицито-хлоритовые и слюдяные сланцы, филлиты, известняки, мраморизованные известняки, мраморы, эффузивы разного состава; 6 – протерозой: гнейсы; 7 – метаморфические терригенно-карбонатные породы; 8 – метаморфические породы: эффузивные, эффузивно-кремнистые (зеленые сланцы); 9 – вулканогенно-осадочные породы (вулканиты основного состава); 10 – интрузивные комплексы гипербазитового состава; 11 – граниты, плагиограниты; 12 – основные разломы; 13 – скважины, вскрывшие доюрское основание, охарактеризованные в данной работе; 14 – положение скважин Андреевской 10374 (а) и Убинской 10054 (б), в разрезах которых изучен состав глинистого вещества; 15 – глинисто-глауконитовая пачка; 16 – песчаные пласты; 17 – углистые породы; 18 – кора выветривания, 19 – породы фундамента; 20 – каолинит; 21 – хлорит; 22 – гидрослюда; 23 – гиббсит; 24 – иллит; 25 – вермикулит; 26 – гидрослюда + смешанослойные минералы; горизонты: gr – георгиевский, vs – васюганский

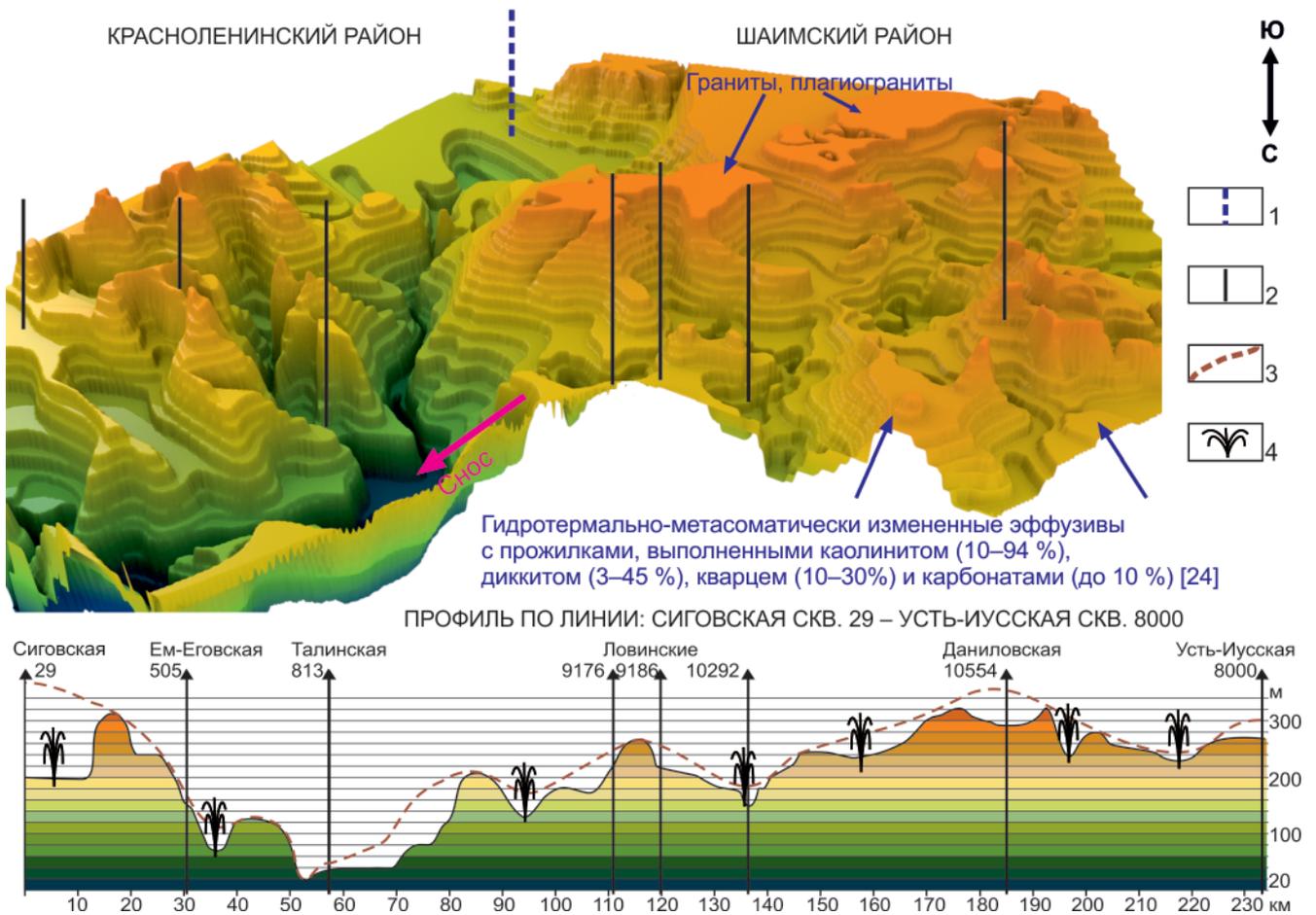


Рис. 3. Рельеф поверхности доюрских образований в ранней юре на территории Красноленинского и Шаимского НГР: объемно-метрическая схема (без реконструкции эродированных массивов) и субширотный профиль с элементами реконструкции

1 – граница между Красноленинским и Шаимским районами; 2 – местоположение скважин, указанных на профиле, в пределах объемно-метрической схемы; 3 – реконструированный профиль; 4 – гейзеры, сольфатары, термальные и минеральные источники

(см. рис. 4, в, г); второй – с полностью утраченными очертаниями из-за выжимания в пространство между каркасными элементами (обломками кварца, кварцитов, полевых шпатов) и слияния с подобными зернами, а также с тонкими глинистыми частицами, осажденными из взвеси при накоплении осадка (см. рис. 4, д, е, з). В последнем случае дик-

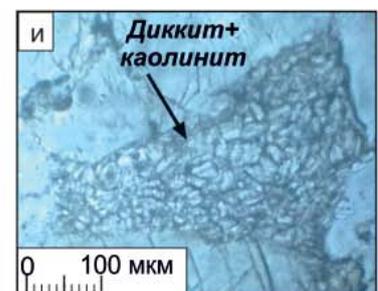
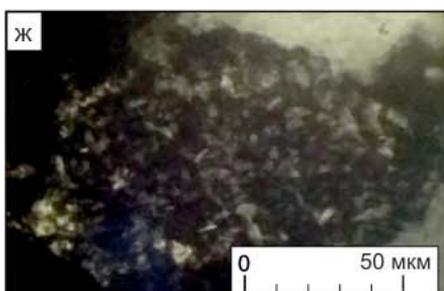
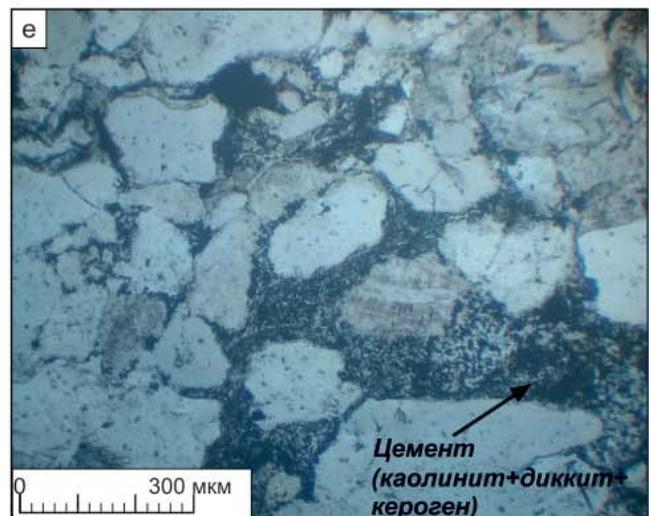
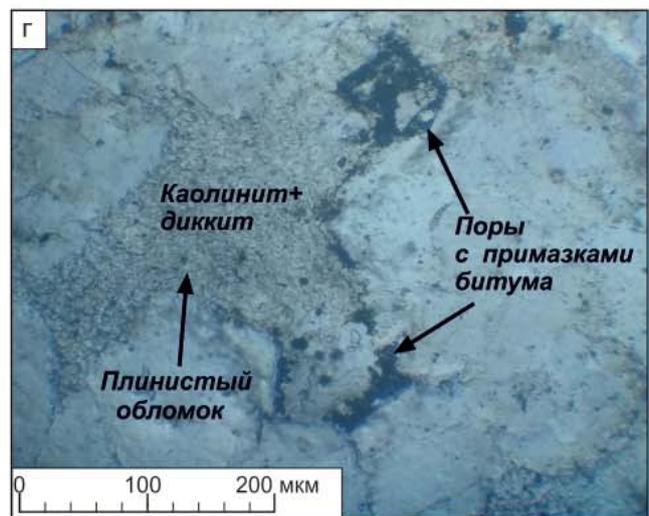
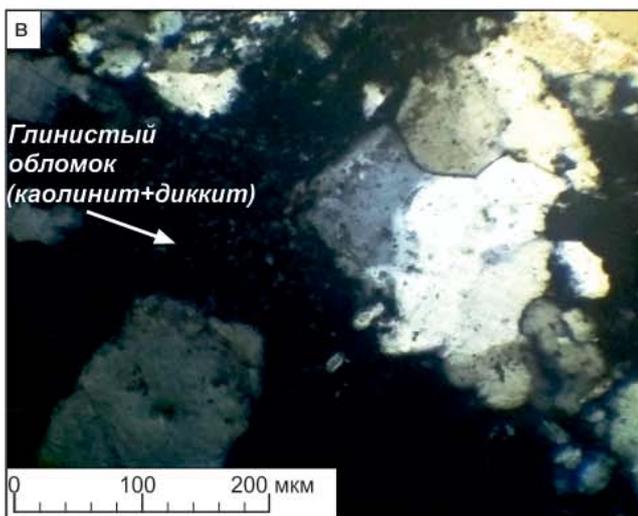
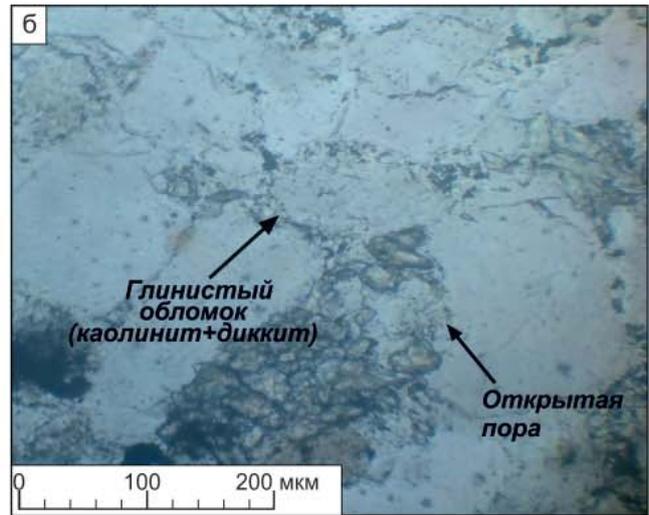
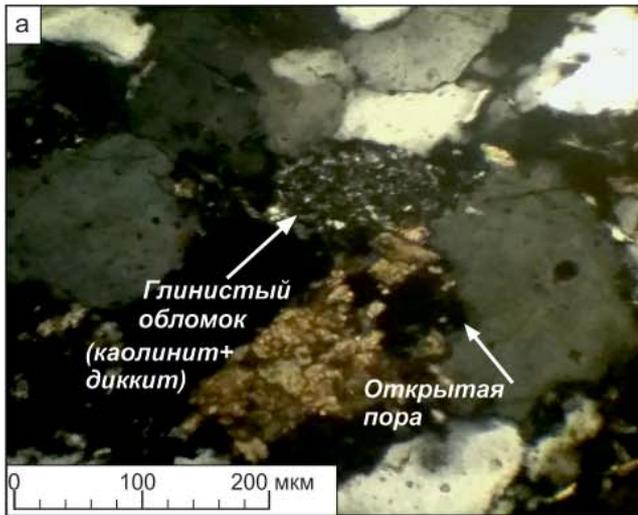
кит-каолининовое вещество смешанной природы (обломочное и тонкодисперсное) описывается петрографами как порово-базальный цемент. Очевидно, что большое количество пластичных обломков в осадке при его значительном уплотнении способствует ликвидации свободных межзерновых пустот, однако в обломках диккит-каолининового состава

Рис. 4. Диагенетические и катагенетические преобразования глинистых обломков и состав глинистого цемента в разнозернистых песчаниках – полевошпатово-кварцевых граувакках шараповского горизонта, вскрытых Талинской скв. 2797 (Красноленинский НГР)

а, б – слабо деформированный окатанный обломок диккит-каолининового состава в мелкозернистом песчанике (увеличенный фрагмент см. на рис. 4, ж), прилегающие тонкие и мелкие поры субизометрической формы открытые, иногда выполненные тонкокристаллическим карбонатом (глубина 2769,2 м) (а – николи скрещены, б – николи параллельны); в, г – сильно деформированный обломок диккит-каолининового состава в средне-мелкозернистом песчанике; развиты контакты приспособления за счет пластической деформации глинистых обломков, при этом некоторые межзерновые поры остаются открытыми или частично заполненными битуминозным веществом (глубина 2782,6 м) (в – николи скрещены, г – николи параллельны);

д, е – формирование порово-базального цемента в результате слияния сильно деформированных обломков диккит-каолининового состава друг с другом и с тонкими глинистыми частицами, осажденными из взвеси при накоплении осадка; тонкие поры между микролитами заполнены керогеном (глубина 2783,6 м) (увеличенный фрагмент см. на рис. 4, з) (д – николи скрещены, е – николи параллельны);

и – пора полигональной формы, выполненная хорошо окристаллизованными агрегатами каолинита и диккита, которые образовались в результате катагенетического преобразования до более совершенных модификаций из глинистого вещества сильно деформированных обломков и взвеси (глубина 2786,1 м)



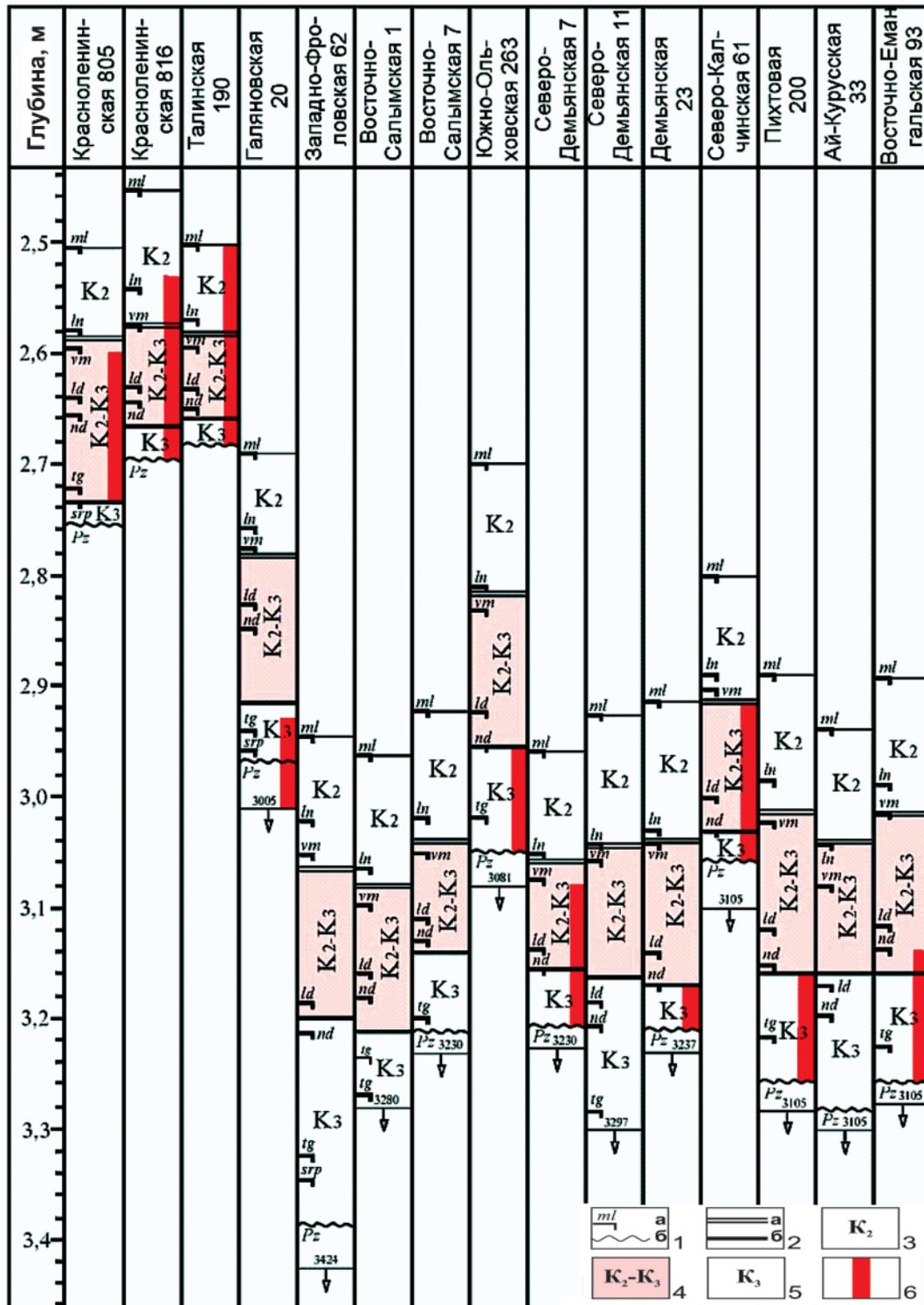


Рис. 5. Схема катагенетической зональности ниже-среднеюрских отложений Фроловской СФЗ
 1 – кровля горизонта (а), поверхность доюрского основания (б); 2 – граница между зоной среднего катагенеза и зоной, переходной от среднего к позднему (глубинному) катагенезу (а), и граница между переходной зоной и зоной позднего (глубинного) катагенеза (б); 3 – зона среднего катагенеза; 4 – переходная зона от среднего к позднему катагенезу; 5 – зона позднего (глубинного) катагенеза; 6 – доломитизация; горизонты: ml – малышевский, ln – леонтьевский, vm – вымский, ld – лайдинский, nd – надояхский, tg – тогурский, srp – шараповский, zm – зимний

сохраняются микропоры за счет особенностей кристаллической структуры [4, 5, 9, 26]. Проницаемость такого порово-базального цемента седиментационного генезиса, возрастающая при катагенетическом росте температуры, давления и циркуляции пласто-

вых вод, способствует совершенствованию структуры глинистых минералов, их перекристаллизации с образованием микролитов (агрегатов из пластинок) большего размера и перестройке пустотного пространства (см. рис. 4, д, е, з, и). Этот процесс до

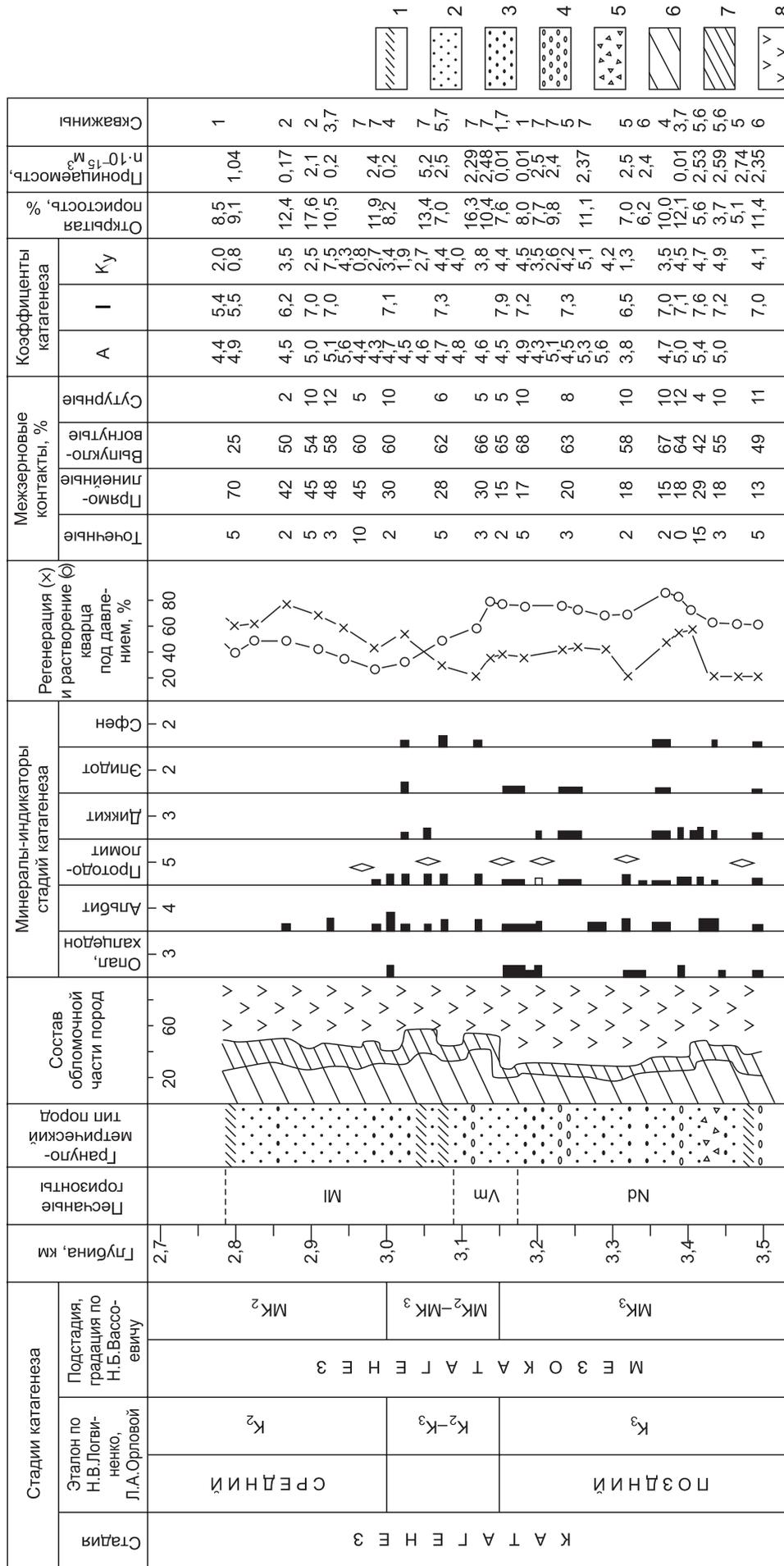


Рис. 6. Стадии катагенеза ниже-среднеюрских отложений южных и юго-западных районов Колтогорского мегапрогиба и Нюрольской впадины

1 – алевролиты; 2–4 – песчаники; 2 – мелкозернистые, 3 – среднезернистые, 4 – крупнозернистые; 5 – гравелиты, конгломераты; 6 – кварц; 7 – полевые шпаты; 8 – обломки пород; горизонты песчаной седиментации: m1 – малышевский, m – вымский, nd – надояхский; скважины: 1, 2 – Фестивальные 250 и 251, 3 – Фестивальная 253, 4 – Западно-Карайская 3, 5 – Глуховская 3, 6 – Кузырская 320, 7 – Южно-Фестивальная 1; коэффициенты катагенеза: А – число контактов на одно зерно, І – интенсивность катагенеза, К_у – коэффициент уплотнения

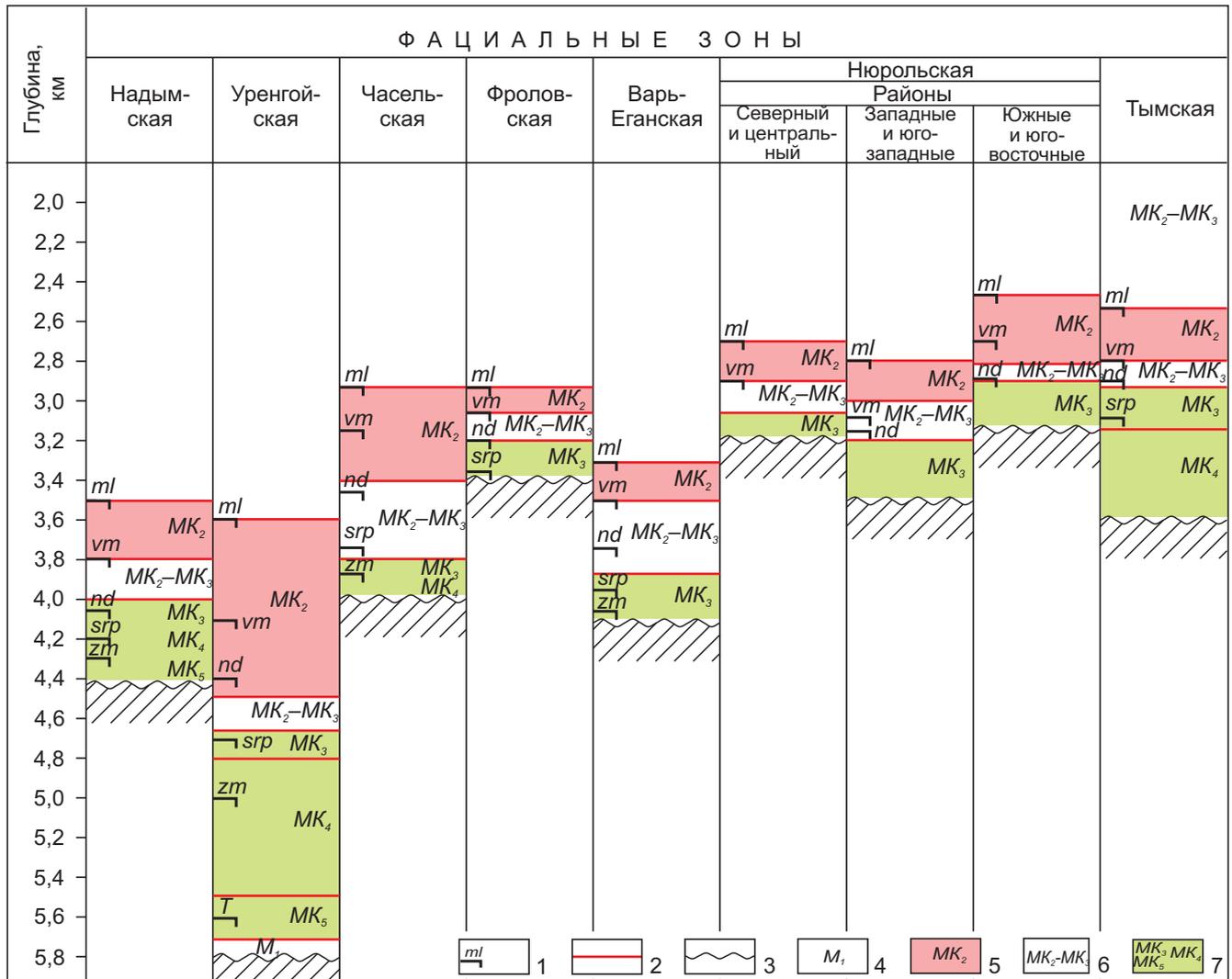


Рис. 7. Схема катагенетической зональности ниже-среднеюрских отложений Обь-Тазовской структурно-фациальной области

Границы: 1 – кровля горизонта, 2 – между подзонами (градиациями) катагенеза, 3 – поверхности доюрского основания; 4 – зона начального метакатагенеза; 5–7 – зоны катагенеза: 5 – среднего, 6 – переходная от среднего к позднему, 7 – позднему; горизонты песчаной седиментации: ml – малышевский, vm – вымский, nd – надояхский, srp – шарাপовский, zm – зимний

сих пор плохо изучен, но многие исследователи отмечают прямую связь между увеличением проницаемости участков, сложенных дикситом и каолинитом, и размерами микролитов. Предполагается, что хаотичная ориентировка агрегатов пластинок создаст подобие мелкоалевритовой структуры с тонкими межзерновыми порами [23 и др.].

В целом в породах нижней юры, вскрытых скважинами на Красноленинской, Талинской, Южно-Талинской и других площадях Фроловского СФР, в интервале 2660–2760 м отмечаются кварц (нескольких модификаций), адуляр, альбит, каолинит, диксит и протодоломит. На Талинской площади в песчаниках пласта ЮК₁₁ выделены три модификации аутигенного кварца: 1) регенерационный (с восстановлением кристаллографической формы зерен); 2) короткопризматический в порах и кавернах, водяно-прозрачный; 3) микрокристаллический (тонкодисперсный) [1].

Минералогические показатели свидетельствуют о преобразованиях пород на стадии начального этапа глубинного катагенеза К₃¹ по шкале Н. В. Логвиненко и Л. В. Орловой (1987), или МК₃ по Н. Б. Васюковичу (1983). Однако согласно исследованиям процессов регионального катагенеза (литогенеза погружения) перечисленные аутигенные минералы, как правило, образуются в осадочных толщах на глубинах свыше 3000 м [2, 9, 10, 14, 16]. Например, восточнее Красноленинской и Талинской площадей в разрезе, вскрытом Западно-Фроловской скв. 62 (Фроловский СФР), породы шарাপовского горизонта на глубине более 3080 м претерпели изменения, соответствующие переходной зоне от среднего к позднему (глубинному) катагенезу (К₂-К₃), но не вышли из нее, а граница с зоной глубинного катагенеза К₃ располагается глубже, на уровне 3200 м (рис. 5). Следует отметить, что степень преобразованности нижеюрских отложений Красноленинского рай-

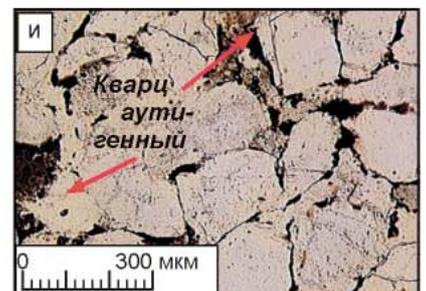
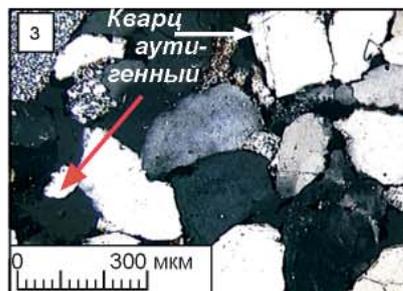
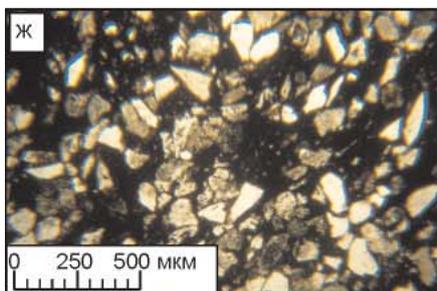
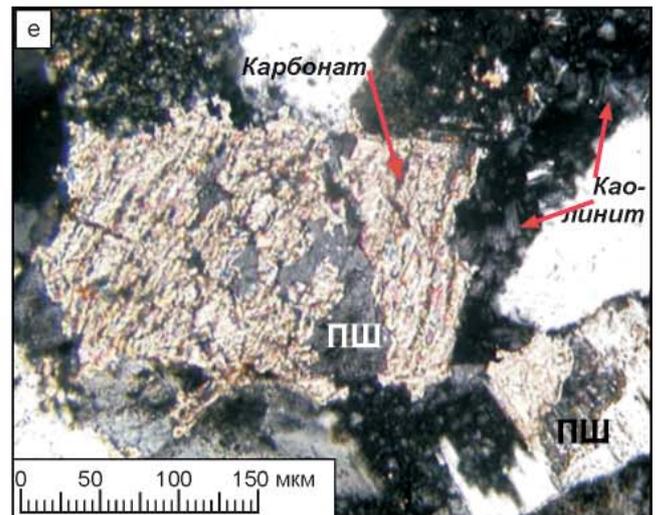
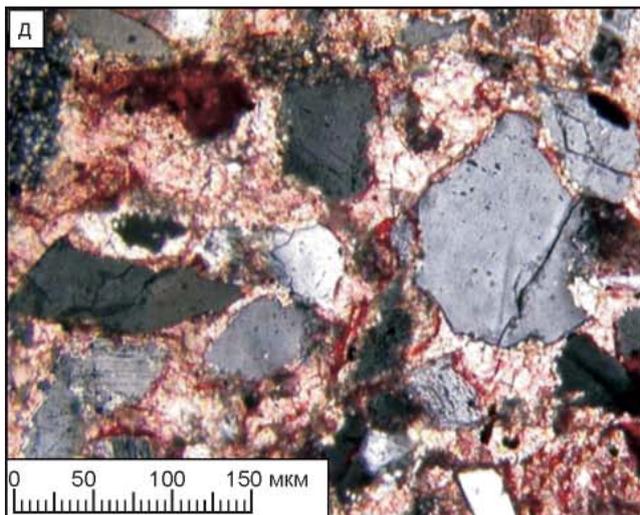
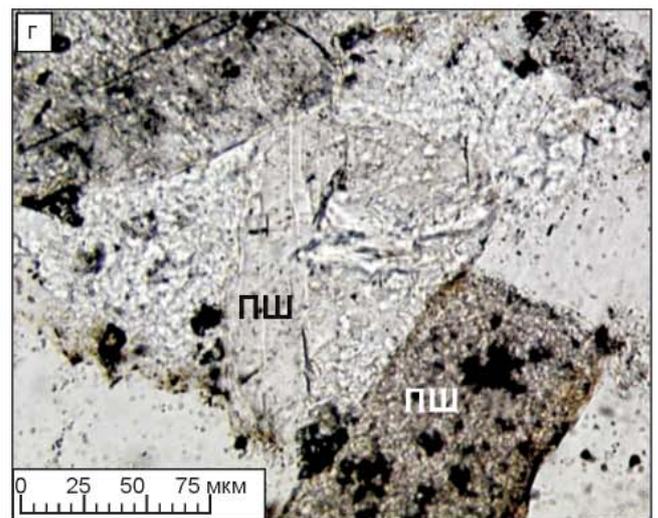
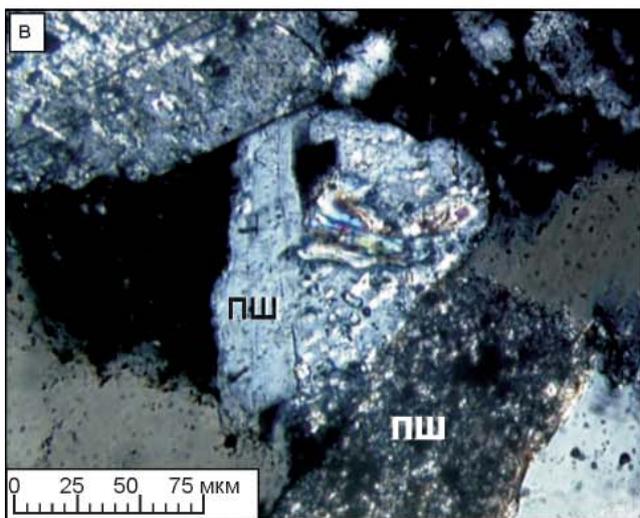
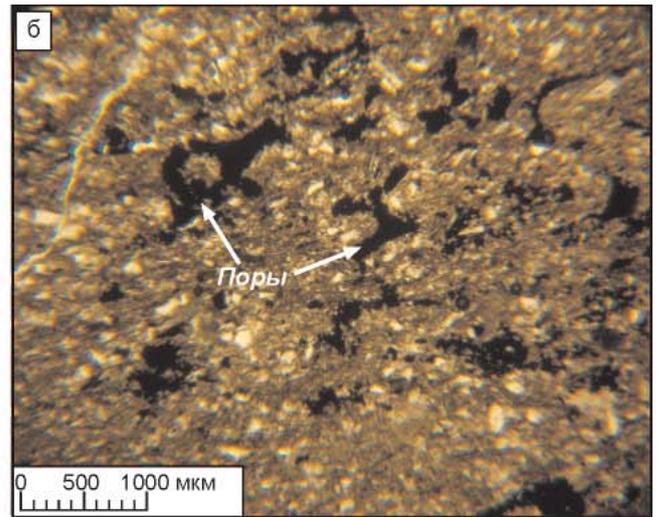
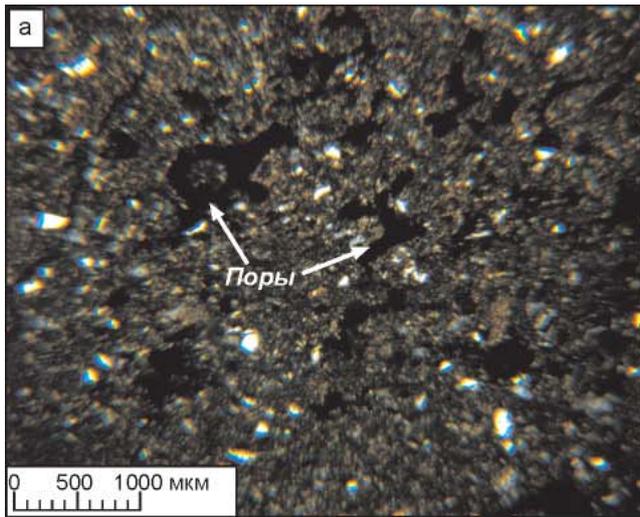




Рис. 9. Катагенетические преобразования юрских отложений Каймысовского нефтегазоносного района и прилегающих территорий

- а, б – поры разнообразной конфигурации, заполненные битумом, в мелкозернистом песчанике пласта Ю₂ (Новоютымская скв. 61, малышевский горизонт, глубина 2716 м) (а – николи скрещены, б – николи параллельны);
- в, г – серицитизация, пелитизация и растворение полевых шпатов с последующим заполнением вторичных пустот битуминозным веществом (скв. Северо-Черталинская 402, малышевский горизонт, глубина 2750,2 м [13]); в – николи скрещены, г – николи параллельны;
- д – карбонатный цемент (прокрашенный ализарином) базального типа (Крапивинская скв. 201, васюганский горизонт, глубина 2686 м [13]); николи скрещены;
- е – развитие кальцита и каолинита по обломкам полевых шпатов (Толпаровская скв. 2, малышевский горизонт, глубина 2649,1 м [13]); николи скрещены;
- ж – глинистый цемент, пропитанный битумом (Новоютымская скв. 61, малышевский горизонт, глубина 2716 м); николи параллельны;
- з, и – аутигенный кварц в виде неполных регенерационных каемок и припаев, пустоты заполнены битуминозным веществом (Крапивинская скв. 201, васюганский горизонт, глубина 2692,5 м [2]); з – николи скрещены, и – николи параллельны

она по минералогическим показателям часто не совпадает с ее оценкой по структурным параметрам (расчетам числа контактов на зерно, значению коэффициента уплотнения, интенсивности катагенеза) и степенью катагенеза органического вещества (ОВ) по отражательной способности витринита. Число контактов на одно зерно (А) в песчаниках и гравелитах шараповского горизонта варьирует от 4,9 до 6,3, в единичных образцах достигает 7,5. Коэффициент уплотнения (K_v) изменяется от 0,3 до 1,22, при этом интенсивность катагенеза (I) колеблется в пределах 8,1–17,5 [4, 14]. В залегающих выше породах надояхского горизонта $A = 4,3–6,2$; $K_v = 0,36–1,6$; $I = 6,3–11,8$. Данные об интенсивности катагенеза, полученные методом стадийного анализа для пород нижней юры из интервала 2655–2787 м, сопоставимы с оценками, выполненными для толщ, которые залегают на глубинах 3000–3200 м в разрезах Западной Сибири и 3200–3500 м в Восточной Сибири (Средневилюйская скв. 27). Для таких высоких значений I, соответствующих стадии МК₃ фонового литогенеза, K_v осадков должен характеризоваться значениями выше 5,0, в то же время его показатели в пределах Талинской зоны газонефтенакопления составляют не более 1,22 (по данным авторов) и степень катагенеза ОВ, заключенного в этих породах, находится на уровне градаций МК₁¹–МК₁² [4 и др.]. Таким образом, специфические парагенезы минералов (опал, халцедон, каолинит с высокой степенью структурной упорядоченности, диккит, протодоломит), не типичные для данных глубин при нормальных условиях литогенеза погружения, в сочетании с невысокими стадиями преобразования ОВ свидетельствуют о влиянии наложенных низко- и среднетемпературных (до 275 °С) гидротермальных процессов на формирование пород.

По мере накопления осадочного материала и нивелировки рельефа в Красноленинском районе (в ранней юре он располагался на гипсометрически более низком уровне по сравнению с соседним Шаимским) произошли изменения в системе циркуляции растворов в зонах трещиноватости (см. рис. 3) [7]. В вымское и малышевское время

часть дизъюнктивных нарушений, проникающих из пород доюрского основания в перекрывающие их осадки шараповского и надояхского горизонтов, постепенно перешла в ранг пассивных. В них прекратилась интенсивная циркуляция растворов, а трещины «залечились» мозаичным кварцем, халцедоном, кальцитом. На других участках проработка минерализованными флюидами, содержащими CO₂, продолжалась, и в результате выщелачивания сформировались зоны (толщиной до 200–300 м) улучшенных коллекторов трещинно-кавернового типа, включая кору выветривания.

Высокий вертикальный масштаб гидротермальной проработки юрских отложений наблюдается в **Каймысовском** НГР [12, 13, 15, 16 и др.]. Минералогические аномалии здесь прослеживаются от надояхского и вымского до малышевского и васюганского горизонтов (Мелимовская, Крапивинская, Тагайская, Игольско-Таловая, Корсево-Мелимовская и другие площади). В этом районе интенсивно изменены также породы доюрского основания. По сравнению с отложениями вне зоны аномалий (рис. 6, 7) юрские песчаники на Тагайской, Крапивинской, Северо-Карасевской и других площадях претерпели более сильные изменения, характерные для начального этапа стадии глубинного катагенеза К₃¹ (рис. 8). Следует отметить, что в этих разрезах, в отличие от вышеописанных Красноленинского района, степень катагенеза ОВ совпадает с оценками по минералогическим показателям. Так, в толщах Каймысовского района с признаками наложенных процессов ОВ преобразовано до градации МК₃ по сравнению с МК₁–МК₂ в разрезах вне аномалий. Ситуация, аналогичная таковой в Красноленинском районе, наблюдается на юго-западе Ньюрольского СФР, где в отложениях средней – верхней юры, вскрытых скважинами Северо-Черталинской 402, Болтной 1, Герасимовской 3 и др., степень катагенеза ОВ соответствует градациям МК₁–МК₂, в то время как интенсивные изменения пород (аномальная минерализация, химическое растворение и др.) характерны для начального этапа зоны глубинного катагенеза К₃¹ [2, 13, 15, 16].

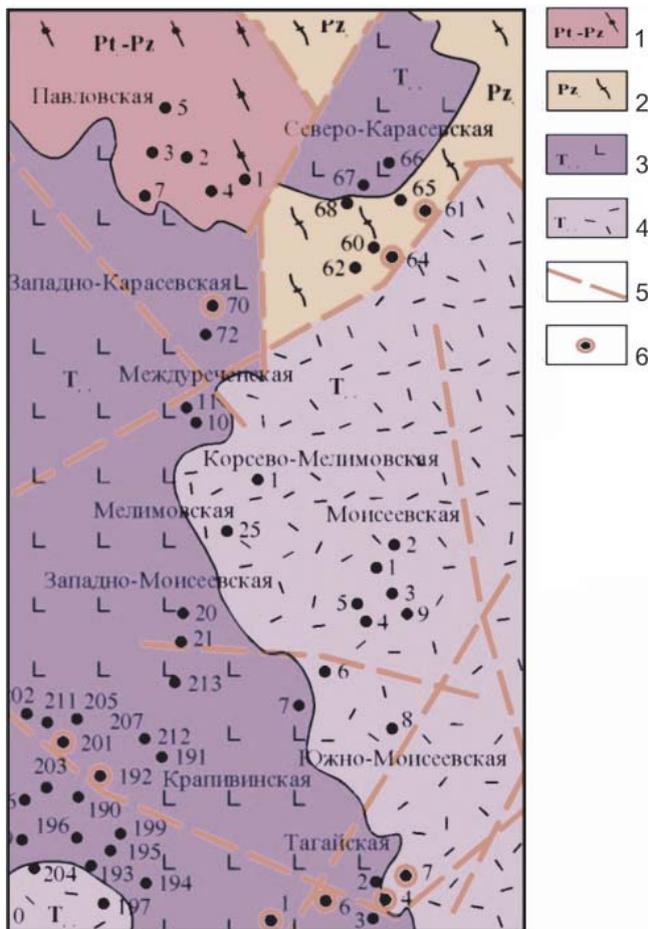


Рис. 10. Фрагмент строения доюрских образований Каймысовского нефтегазоносного района (по Л. В. Смирнову, Л. Г. Смирновой, А. И. Недоспасову, 1999)

1 – нерасчлененные образования верхнего протерозоя – палеозоя, глинисто-кремнистые, серицит-хлорит-кварцевые сланцы с линзами биогермных известняков; 2 – верхний палеозой, зеленокаменно измененные туфы андезитового состава; 3 – нижний – средний триас, базальты, долерито-базальты, туфы, туфолавы, туфобрекчи основного состава; 4 – нижний – средний триас, фельзитовые и кварцевые порфиры, их туфы, туфолавы, туфобрекчи; 5 – основные разломы; 6 – скважины, вскрывшие ниже-верхнеюрские породы с минералогическими аномалиями

ложение о тесной связи флюидомиграции и наложенных эпигенетических процессов в юрском осадочном комплексе Западно-Сибирской плиты, поддерживая таким образом выводы других исследователей, полученные ими с помощью интерпретации геофизических данных и структурно-тектонического анализа [6, 21, 22]. По указанным материалам, все разведанные высокодебитные залежи углеводородов на территории Нюрольского СФР располагаются в контуре вертикальных аномалий на временных сейсмических разрезах. Там же фиксируются столбообразные катагенетические аномалии, которые контролируются зонами разломов, в том числе глубинных, проникающих в осадочный чехол ЗСП и приуроченных к надрифтовым желобам пермского возраста [13, 16, 22].

Характер наложенной эпигенетической минерализации в юрских разрезах Красноленинского, Каймысовского и некоторых прилегающих районов очень близок и проявляется не только в окремнении, каолинитизации, диккитизации, но и в интенсивной карбонатизации. **Вертикальный этаж доломитизации** в них достаточно высок и в Красноленинском районе достигает подошвы малышевского горизонта, а в Каймысовском – подошвы георгиевского (см. рис. 5, 8). Гидротермальные карбонаты в составе порового цемента продуктивных пластов мезозойского комплекса ЗСП детально изучены Г. Э. Прозоровичем, О. Г. Зариповым, Г. Н. Перезио, А. А. Розиным, З. Я. Сердюк и др. По их данным, в нефтегазоносных отложениях аномальные концентрации кальцита, анкерита и доломита, как правило, приурочены к зонам дизъюнктивных нарушений [20, 25 и др.]. Предполагается, что образование этих минералов связано с **воздействием на породы кислых гидротерм, обогащенных CO_2** .

Таким образом, литолого-петрофизическое изучение и прослеживание катагенетических аномалий в тектонически активных зонах по вертикали и латерали в комплексе с гидро-геохимическими и геолого-геофизическими данными позволяют с большей достоверностью оценить масштабы проникновения глубинных разломов в осадочный чехол и связанную с этим интенсивность флюидомиграции, а также степень влияния наложенных гидро-

В песчаниках из «аномальных» скважин широко развиты аутигенные минералы – индикаторы глубинного катагенеза (альбит, протодоломит и др.), наблюдаются структуры растворения кварца под давлением, интенсивный катаклаз обломочных зерен, явления внутризернового растворения, сутурно-стилолитовые контакты (рис. 9). Как правило, в наиболее полных разрезах максимально преобразованными оказываются отложения нижней юры, залегающие на доюрском основании (Мелимовская скв. 25 и др.). Однако в отдельных разрезах, вскрытых скважинами близ линий дизъюнктивных нарушений (Тагайская, Крапивинская, Двуреченская, Герасимовская площади), процессы интенсивного окварцевания и карбонатизации, а также признаки нефтенасыщения проявляются и в песчаных пластах средней юры, а иногда отмечаются в породах васюганского и георгиевского горизонтов. Проникновение растворов в более высокие части разрезов вплоть до подошвы кошайской пачки алымской свиты объясняется развитием разрывных нарушений в раннем мелу в южной части Каймысовского НГР (Тагайская площадь) [21]. В Каймысовском и Демьянском НГР четко прослеживается пространственная связь между интенсивностью гидротермальной проработки песчаных пластов и близостью разведочных скважин к линиям глубинных разломов доюрского основания (рис. 10).

Основываясь на результатах литологических исследований, авторы ранее высказывали предпо-



термальном-метасоматических процессов на коллекторские свойства пород. Это повышает успешность прогноза зон развития улучшенных коллекторов на территориях, еще не освоенных бурением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Абдуллин Р. А.** Природа высокой проницаемости пород-коллекторов шеркалинского горизонта Красноленинского района Западной Сибири // Докл. АН СССР. – 1991. – Т. 316, № 2. – С. 422–424.

2. **Бурлева О. В.** Постседиментационные преобразования келловей-оксфордских отложений Обь-Иртышского междуречья: процессы и минеральные ассоциации // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2008. – № 6. – С. 9–22.

3. **Ван А. В.** Роль вулканизма в образовании мезозойско-кайнозойского чехла Западно-Сибирской плиты // Магматизм, литология и вопросы рудоносности Сибири. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1974. – С. 52–61.

4. **Геология** и условия формирования гигантской Талинской зоны газо-нефтенакопления в континентальных отложениях нижней юры (Западная Сибирь) / А. Э. Конторович, Л. Г. Вакуленко, О. Н. Злобина и др. // Геология и геофизика. – 1995. – Т. 36, № 6. – С. 5–28.

5. **Диккит** в нижнеюрских отложениях Талинской зоны нефтегазонакопления / А. Э. Конторович, Э. П. Солотчина, Ю. П. Казанский, В. В. Казарбин // Докл. АН СССР. – 1995. – Т. 342, № 3. – С. 350–353.

6. **Запивалов Н. П., Богатырева О. А.** Флюидодинамические системы на юге Западной Сибири и их связь с нефтегазонакоплением // Изв. вузов. Геология и разведка. – 1999. – № 3. – С. 77–83.

7. **Злобина О. Н.** Опыт реконструкции ландшафтов юры Приуральской части Западной Сибири // Палеонтология, биостратиграфия и палеобиогеография бореального мезозоя: матер. науч. сес. – Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2006. – С. 182–185.

8. **Злобина О. Н.** Строение, состав и обстановки формирования юрских отложений Приуральской части Западной Сибири в связи с нефтегазонакоплением региона: автореф. дис. ... к. г.-м. н. – Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2009. – 18 с.

9. **Зубков М. Ю.** Перспективы обнаружения залежей углеводородов во вторичных коллекторах гидротермального происхождения // Нетрадиционные источники углеводородного сырья и проблемы их освоения: тр. Междунар. симп. – СПб.: СПбГУ, 1992. – С. 155–156.

10. **Катагенетическая** зональность нижне-среднеюрских отложений Обь-Тазовской фациальной области в связи с их нефтегазонакоплением / Е. А. Предтеченская, Л. Г. Вакуленко, И. Д. Полякова, А. С. Фомичев // Проблемы литологии, геохимии и рудогенеза осадочного процесса: матер. I Всерос. литол. совещ. Т. 2. – М.: МГУ, 2000. – С. 145–149.

11. **Коробов А. Д., Коробова Л. А.** Гидротермальные процессы в погребенных палеорифтах Западной Сибири и их роль в доломитизации известняков и насыщении пород фундамента нефтью // Геология нефти и газа. – 2005. – № 3. – С. 37–46.

12. **Предтеченская Е. А.** Катагенетические изменения нижне-среднеюрских отложений на территории Томской области // Матер. регион. конф. геологов Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока России. Т. 1. – Томск: ТПУ, 2000. – С. 192–193.

13. **Предтеченская Е. А., Бурлева О. В.** Катагенетические аномалии в юрских нефтегазоносных отложениях Томской области как индикаторы дизъюнктивных нарушений // Геологическое строение и нефтегазоносность отложений юго-востока Западно-Сибирской плиты (Томская область): матер. междунар. науч.-техн. конф. – Томск: ТО СНИИГГиМС, 2006. – С. 77–90.

14. **Предтеченская Е. А., Вакуленко Л. Г., Злобина О. Н.** Катагенетические изменения нижнеюрских песчаных пород Фроловской фациальной зоны (Западная Сибирь) и их влияние на коллекторские свойства // Осадочные бассейны Урала и прилегающих регионов: закономерности строения и минерализации. – Екатеринбург: ИГиГ УрО РАН, 2000. – С. 200–204.

15. **Предтеченская Е. А., Злобина О. Н., Бурлева О. В.** Минералогические и геохимические аномалии как индикаторы флюидодинамических процессов в юрских нефтегазоносных отложениях Западно-Сибирской плиты // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2015. – № 1. – С. 11–24.

16. **Предтеченская Е. А., Шиганова О. В., Фомичев А. С.** Катагенетические и гидрохимические аномалии в нижне-среднеюрских нефтегазоносных отложениях Западной Сибири как индикаторы флюидодинамических процессов в зонах дизъюнктивных нарушений // Литосфера. – 2009. – № 6. – С. 54–65.

17. **Решения** 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2004. – 114 с.

18. **Роль** мезозойско-кайнозойской тектоники в формировании залежей углеводородов в южных частях Каймысовского свода и Нюрольской мегавпадины / В. А. Конторович, М. В. Соловьев, Л. М. Калинина, А. Ю. Калинин // Геология и геофизика. – 2011. – Т. 52, № 8. – С. 1075–1091.

19. **Сердюк З. Я., Слепокурова Л. Д.** Геолого-геофизические аномалии и их роль при поисках неантиклинальных ловушек УВ в нефтегазоносных толщах Западной Сибири // Горно-геологическое образование в Сибири. 100 лет на службе науки и производства: матер. междунар. науч.-техн. конф. – Томск: ТПУ, 2001. – С. 243–246.



20. Сердюк З. Я., Эренбург Б. Г. О составе вторичных карбонатов, развитых в трещинах и порах пород фундамента и осадочного чехла Обь-Иртышского междуречья // Литология и геохимия мезозойских отложений Сибири. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1972. – С. 87–91.

21. Соловьев М. В. Геологическое строение, тектоника и нефтеносность верхнеюрских отложений южной части Каймысовской НГО (южные районы Каймысовского свода и Нюрольской мегападины): автореф. дис. ... к. г.-м. н. – Новосибирск, 2013. – 21 с.

22. Тищенко Г. И., Сысолятин Н. В., Тищенко В. М. Высокодебитные скопления углеводородов в Томской области и особенности их размещения // Актуальные вопросы геологии и географии Сибири: матер. науч. конф. Т. 2. – Томск: ТПУ, 1998. – С. 159–160.

23. Харченко С. И. Связи фильтрационно-емкостных и структурно-вещественных параметров пород пласта Ю₁ Восточно-Придорожного месторождения // Вестник недропользователя ХМАО. – 2003. – № 10. – Точка доступа: <http://www.oilnews.ru/10-10/svyazi-filtracionno-emkostnyx-i-strukturno-veshhestvennyx-parametrov-porod-plasta-yu1-vostochno-pridorozhnogo-mestorozhdeniya>.

24. Шелепов Д. А., Коробов А. Д. Диккит в нижнемезозойских вулканитах Шаимского нефтегазоносного района как индикатор тектоно-гидротермальной активизации // Геология, география и глобальная энергия. – 2011. – № 2 (41). – С. 51–55.

25. Boles J. R. Calcite as an indicator of vertical fluid transport in hydrocarbon systems // Mineralogy for the New Millenium: 18 General Meeting of the Internetal Mineralogical Assotiation. – Edinburgh: IMA, 2002. – P. 302.

26. Tessier D., Beaumont A., Pedro G. Influence of clay mineralogy and rewetting rate on clay microstructure // Soil micromorphology: A basic and applied science. Prof. Conf. Developments in Soil Science / Ed. L. A. Douglas. – San Antonio, Texas: Elsevier, 1990. – P. 115–121.

REFERENCES

1. Abdullin R.A. [The nature of high permeability of reservoir rocks in the Sherkalinskiy Horizon of the Krasnoleninskiy region, West Siberia]. *Doklady AN USSR. Ser. Geol. – Proceedings of the AS USSR. Section Earth Sciences*, 1991, vol. 316, no. 2, pp. 422–424. (In Russ.).

2. Burleva O.V. [Postsdepositional alterations of the Callovian-Oxfordian deposits in the Ob–Irtys interfluv: processes and mineral associations]. *Geologiya, geofizika i razrabotka neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy*, 2008, no. 6, pp. 9–22. (In Russ.).

3. Van A.V. [Role of volcanism in the formation of the Mesozoic-Cenozoic cover of the West Siberian Plate]. *Magmatizm, litologiya i voprosy rudonosnosti Sibiri* [Magmatism, lithology and questions of ore con-

tent in Siberia]. *Novosibirsk, SNIIGGiMS Publ.*, 1974, pp. 52–61. (In Russ.).

4. Kontorovich A.E., Vakulenko L.G., Zlobina O.N., et al. [Geology and formation conditions of the giant Talinskaya zone of petroleum accumulation in the Jurassic continental deposits (West Siberia)] *Geologiya i geofizika*, 1995, vol. 36, no. 6, pp. 5–28. (In Russ.).

5. Kontorovich A.E., Solotchina E.P., Kazanskiy Yu.P., Kazarbin V.V. [Dickite of Jurassic sedimentary rocks of the Talinskaya Zone of gas and oil accumulation]. *Doklady AN USSR. Ser. Geol. – Proceedings of the AS USSR. Section Earth Sciences*, 1995, vol. 342, no. 3, pp. 350–353. (In Russ.).

6. Zapivalov N.P., Bogatyreva O.A. [Fluid dynamic systems in the south of West Siberia and their connection with petroleum potential]. *Izv.vuzov. Geologiya i razvedka – Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration*, 1999, no. 3, pp. 77–83. (In Russ.).

7. Zlobina O.N. [Experiment of the Jurassic landscape reconstruction of the Cisurals part of West Siberia]. *Paleontologiya, biostratigrafiya i paleobiogeografiya borealnogo mezozoya* [Paleontology, biostratigraphy and paleobiogeography of the boreal Mesozoic]. *Novosibirsk, Geo Academic Publ.*, 2006, pp. 182–185. (In Russ.).

8. Zlobina O.N. *Stroenie, sostav i obstanovki formirovaniya yurskikh otlozheniy Priuralskoy chasti Zapadnoy Sibiri v svyazi s neftegazonosnostyu regiona. Avtoref. kand. dis.* [Structure, composition and formation environments of Jurassic deposits in the Cisurals of West Siberia in connection with petroleum potential of the region. Author's abstract of PhD thesis]. *Novosibirsk, IPGG SB RAS Publ.*, 2009. 18 p. (In Russ.).

9. Zubkov M.Yu. [Prospects for discovery of hydrocarbon accumulations in secondary reservoirs with hydrothermal origin]. *Netraditsionnye istochniki uglevodorodnogo syr'ya i problemy ikh osvoeniya. Trudy mezhdunar. simp.* [Unconventional sources of hydrocarbon raw materials and problems of their exploration. Proceedings of Intern. Symp.]. *Saint Petersburg, State University Publ.*, 1992, pp. 155–156. (In Russ.).

10. Predtechenskaya E.A., Vakulenko L.G., Polyakova I.D., Fomichev A.S. [Catagenetic zoning of Lower–Middle Jurassic deposits of the Ob–Tazovskaya facies area relative to their petroleum potential]. *Materialy I Vseros. litol. soveshch.* [Proceeding of 1st All-Russ. Lithological Conference, vol. 2], 2000, Moscow, State University Publ., pp. 145–149. (In Russ.).

11. Korobov A.D., Korobova L.A. [Hydrothermal processes in buried paleorifts of West Siberia and their role in limestone dolomitization and basement rocks saturation with oil]. *Geologiya nefti i gaza – Oil and Gas Geology*, 2005, no. 3, pp. 37–46. (In Russ.).

12. Predtechenskaya E.A. [Catagenetic transformations of Lower–Middle Jurassic deposits within the territory of Tomsk region]. *Mater. region. konf. geologov Sibiri, Dalnego Vostoka i Severo-Vostoka Rossii* [Materials of Regional Conference of Geologists from



Siberia, the Far East and North-Eastern Russia]. Tomsk, Tomsk Polytechnical University Publ., 2000, vol. 1, pp. 192–193. (In Russ.).

13. Predtechenskaya E.A., Burleva O.V. [Catagenetic anomalies in Jurassic oil-and-gas bearing deposits of Tomsk region as indicators of disjunctive dislocations]. *Geologicheskoe stroenie i neftegazonosnost' otlozheniy yugo-vostoka Zapadno-Sibirskoy plity (Tomskaya oblast. Mater. Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf.* [Geological structure and petroleum potential of deposits in the south-east of the West Siberian Platform (Tomsk region). Materials of Intern. Scientific-Research Conf.]. Tomsk, SNIIGGiMS Publ., 2006, pp. 77–90. (In Russ.).

14. Predtechenskaya E.A., Vakulenko L.G., Zlobina O.N. [Catagenetic alterations of Lower Jurassic sand rocks of the Frolovskaya facies zone (West Siberia) and their influence on reservoir properties]. *Osadochnye basseyny Urala i prilegayushchikh regionov: zakonomernosti stroeniya i minerageniya* [Sedimentary basins of the Urals and adjacent regions: regularities of structure and minerageny]. Ekaterinburg, 2000, pp. 200–204. (In Russ.).

15. Predtechenskaya E.A., Zlobina O.N., Burleva O.V. [Mineralogical and geochemical anomalies as indicators of fluid dynamic processes in Jurassic oil-and-gas bearing deposits of the West Siberian Plate]. *Geologiya, geofizika i razrabotka neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy*, 2015, no. 1, pp. 11–24. (In Russ.).

16. Predtechenskaya E.A., Shiganova O.V., Fomichev A.S. [Catagenetic and hydrochemical anomalies in Lower-Middle Jurassic oil-and-gas bearing deposits in West Siberia as indicators of fluid-dynamic processes in disjunctive dislocation zones]. *Litosfera – Lithosphere (Russia)*. Ekaterinburg, IGG UB SB RAS Publ., 2009, no. 6, pp. 54–65. (In Russ.).

17. *Resheniya 6-go Mezhdovedomstvennogo stratigraficheskogo soveshchaniya po rassmotreniyu i printyatiyu utochnennykh stratigraficheskikh skhem mezozoyskikh otlozheniy Zapadnoy Sibiri* [Decisions of 6th Interdepartmental Stratigraphic Meeting to review and adopt refined stratigraphic schemes of Mesozoic deposits, West Siberia]. Novosibirsk, SNIIGGiMS Publ., 2004. 114 p. (In Russ.).

18. Kontorovich V.A., Solovyev M.V., Kalinina L.M., Kalinin A. Yu. [The role of Meso-Cenozoic tectonics in the formation of hydrocarbon pools in the southern parts of the Kaymysov arch and Nyurolka megadepression]. *Russian Geology and Geophysics*, 2011, vol. 52, no. 8, pp. 845–858.

19. Serdyuk Z.Ya., Slepokurova L.D. [Geological and geophysical abnormalities and their role in non-anticlinal hydrocarbon traps prospecting in oil and gas strata of Western Siberia]. *Materialy mezhdunar. nauch-techn. konf. "Gorno-geologicheskoe obrazovanie*

v Sibiri" [Proceedings of International Scientific Conference. Mining and geological education in Siberia. 100 years in the service for science and industry]. Tomsk, Tomsk Polytechnic University Publ., 2001, pp. 243–246. (In Russ.).

20. Serdyuk Z.Ya., Erenburg B.G. [On the composition of secondary carbonates, developed in fractures and pores of the basement rocks and sedimentary cover of the Ob-Irtysh interfluvium]. *Litologiya i geokhimiya mezozoyskikh otlozheniy Sibiri* [Lithology and geochemistry of Mesozoic deposits in Siberia]. Novosibirsk, SNIIGGiMS Publ., 1972, pp. 87–91. (In Russ.).

21. Solovyev M.V. *Geologicheskoe stroenie, tektonika i neftenosnost verkhneyurskikh otlozheniy yuzhnoy chasti Kaymysovskoy NGO (yuzhnye rayony Kaymysovskogo svoda i Nyurolskoy megavpadiny. Avtoref. kand. dis.* [Geological structure, tectonics and oil content of Upper Jurassic deposits in the southern part of the Kaymysovskiy PR (south areas of the Kaymysovsky arch and Nyurolka megadepression). Author's abstract of PhD thesis]. Novosibirsk, 2013. 21 p. (In Russ.).

22. Tishchenko G.I., Sysolyatin N.V., Tishchenko V.M. [High-output hydrocarbon accumulations in the Tomsk region. Peculiarities of their distribution]. *Materialy nauchnoy konferentsii "Aktualnye voprosy geologii i geografii Sibiri"* [Materials of scient. conference "Topical problems of regional geology of Siberia", vol. 2]. Tomsk, Tomsk Polytechnic University Publ., 1998, pp. 159–160. (In Russ.).

23. Kharchenko S.I. [Relations of the permeability and porosity and structural and compositional parameters of the Yu1 reservoir of the Vostochno-Pridorozhnoe field] *Vestnik nedropolzovatelya KHMAO* [Bulletin of the subsoil user of KHMAO], 2003, no. 10. Available at: <http://www.oilnews.ru/10-10/svyazi-filtracionno-emkostnyx-i-strukturno-veshhestvennyx-parametrov-porod-plasta-yu1-vostochno-pridorozhnogo-mestorozhdeniya>. (In Russ.).

24. Shelepov D.A., Korobov A.D. [Dickite in Lower Mesozoic volcanites of the Shaimskiy petroleum region as an indicator of tectono-hydrothermal activation]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya*, 2011, no. 2(41), pp. 51–55. (In Russ.).

25. Boles J.R. Calcite as an indicator of vertical fluid transport in hydrocarbon systems. *Mineralogy for the New Millenium: 18 General Meeting of the International Mineralogical Assotiation*. Edinburgh, IMA Publ., 2002, p. 302.

26. Tessier D., Beaumont A., Pedro G. Influence of clay mineralogy and rewetting rate on clay microstructure. *Soil micromorphology: A basic and applied science. Prof. Conf. Developments in Soil Science / Ed. L.A.Douglas*. San Antonio, Texas, Elsevier Publ., 1990, pp. 115–121.

© Е. А. Предтеченская, О. Н. Злобина, 2020