DOI: 10.24412/2076-6785-2026-2-43-49 УДК: 552.51 + 553.98 I Научная статья

Седиментационная модель туронских отложений Русско-Часельского мегавала

Жемчугова В.А., Выговский Т.В.
МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия
tikhon.vygovskiy.geo@gmail.com

Аннотация

В работе рассмотрены строение и условия формирования туронских отложений Русско-Часельского мегавала Западно-Сибирского осадочного бассейна. На основе анализа керна и данных геофизических исследований скважин выделены основные фациальные комплексы и реконструированы условия осадконакопления. Показано, что песчаные тела газсалинской пачки связаны с развитием шельфовых баров. Полученные результаты уточняют седиментационную модель и закономерности распределения коллекторов.

Материалы и методы
Исследование основано на седиментологическом анализе керна и интерпретации данных геофизических исследований скважин. Выделение фаций и фациальных комплексов выполнено по литологическим признакам и каротажным кривым. Пространственное распределение фаций установлено при корреляции разрезов и построении схем литолого-фациальной зональности.

Ключевые слова
туронские отложения, Русско-Часельский мегавал, газсалинская пачка; шельфовый бар, седиментационная модель, фильтрационно-емкостные свойства

Для цитирования
Жемчугова В.А., Выговский Т.В. Седиментационная модель туронских отложений Русско-Часельского мегавала // Экспозиция Нефть Газ. 2026. № 2. С. 43–49. DOI: 10.24412/2076-6785-2026-2-43-49

Поступила в редакцию: 13.03.2026

UDC 552.51 + 553.98 I Original Paper

Sedimentological model of Turonian deposits in the Russko-Chaselsky megaswell

Zhemchugova V.A., Vygovsky T.V.
Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia
tikhon.vygovskiy.geo@gmail.com

Abstract

The structure and depositional conditions of the Turonian deposits of the Russko-Chaselsky megaswell (West Siberian Basin) are examined. Core observations and well-log data were used to identify major facies complexes and reconstruct depositional environments. The sand bodies of the Gaz-Salin Member are interpreted as shelf-bar deposits. The results refine the sedimentological model and the distribution patterns of reservoir rocks.

Materials and methods
The study is based on sedimentological analysis of core and interpretation of well-log data. Facies were identified using lithological characteristics and log responses. Their spatial distribution was determined through stratigraphic correlation of well sections.

Keywords
Turoniandeposits, Russko-Chaselsky megaswell, gaz-salin member; shelf bar, sedimentological model; reservoir properties

For citation
Zhemchugova V.A., Vygovsky T.V. Sedimentological model of Turonian deposits in the Russko-Chaselsky megaswell. Exposition Oil Gas, 2026, issue 2, P. 43–49. (In Russ). DOI: 10.24412/2076-6785-2026-2-43-49

Received: 13.03.2026

Введение

Туронские продуктивные отложения Западной Сибири относятся к числу сложных объектов седиментологического и петрофизического анализа вследствие их высокой литолого-фациальной неоднородности, тонкослоистого строения, низкой контрастности сейсмических данных и слабой литификации пород. Существенной проблемой интерпретации условий осадконакопления является значительная удаленность песчаных тел от реконструируемой береговой линии, что затрудняет объяснение механизмов транспорта обломочного материала.

В литературе предложены различные модели формирования туронских отложений, включая интерпретации дистального фронта дельты, шельфовых баров и прогадации береговой линии. Однако доминирующие механизмы осадконакопления остаются дискуссионными, поскольку многие из этих моделей основаны на ограниченных наборах данных. В частности, остается недостаточно определенной роль гидродинамических факторов в формировании газсалинской пачки Русско-Часельского мегавала.

Использование усредненных петрофизических параметров без учета фациальной природы пород существенно снижает достоверность прогноза коллекторских свойств.

Целью исследования является разработка седиментационной модели туронских

отложений Русско-Часельского мегавала, направленной на выявление закономерностей распределения фаций.

Научная новизна работы заключается в комплексной интерпретации керновых и геофизических данных с построением седиментационной модели, в рамках которой обоснован баровый генезис песчаных тел газсалинской пачки.

Седиментационная модель

Большую часть верхнемелового разреза Русско-Часельского мегавала и прилегающих территорий слагают отложения, имеющие морской генезис, накопление которых связано с шельфовыми обстановками седиментации. На это указывает, в первую очередь, преимущественно глинистый состав осадков, а также присутствие в них остатков нормально-морской фауны.

Однако одновозрастные породы, вскрытые бурением на Южно-Русском месторождении, обладают более грубозернистой структурой, чем глины, отражая тем самым особенности условий их аккумуляции на участках акватории, удаленных от побережья.

Основой разработки седиментационной модели осадочных образований является выполнение генетического анализа каменного материала. Результаты такого анализа использованы в качестве базовой модели для прогноза обстановок осадконакопления в неохарактеризованных керном интервалах разреза.

Применить типизацию выделенных по керну скважин фаций «напрямую» не всегда представляется возможным, поскольку эти фации не обладают выраженным обликом на каротажных кривых (рис. 1).

Зачастую и по керну сами фации выделяются в значительной степени по парагенезу с подстилающими и перекрывающими фациями. Поэтому отдельные фации при необходимости были объединены в фациальные комплексы; их прогноз в разрезе, помимо особенностей литологического наполнения, контролировался в первую очередь парагенетическими связями с соседними («верх–низ») элементами осадочной системы.

Кроме того, в случае неоднозначной интерпретации результатов седиментологического изучения керна решение о генезисе отложений принималось с учетом петрофизической модели, строения соседних участков, а также выявленных закономерностей пространственно-временных соотношений фаций в целом.

Одной из особенностей туронского интервала разреза, существенно затрудняющей определение генетических признаков пород, является наличие в них слабо литифицированных глин. Разбухание последних при смачивании керна приводит к быстрому формированию глинистых корок на его поверхности, затушевывающих первичные структурно-текстурные характеристики отложений, что, несомненно, снижает достоверность результатов седиментологических реконструкций.

Согласно существующим представлениям (Littke et al., 1999; Baraboshkin et al., 2003; Vyssotski et al., 2006; Нефтегазоносные комплексы, 1988), накопление туронских и более молодых меловых отложений происходило главным образом в морском бассейне. Помимо общей палеогеографической зональности, свойственной рассматриваемому времени, преобладающего состава пород, на морской генезис туронских осадков указывает также широкое развитие ихнофоссилий, среди которых преобладают представители дистальной ихнофации Cruziana или проксимальной ихнофации Zoophycos.

Комплексный анализ имеющейся седиментологической информации позволил диагностировать в разрезе туронских отложений Русско-Часельского мегавала следующие фациальные комплексы: глинистого и песчано-алевро-глинистого шельфа, транзитной (переходной) зоны и прибрежной зоны.

Осадочные комплексы глинистого мелководного шельфа приурочены главным образом к нижней части турона, где они выделяются как кузнецовская свита, трансгрессивно перекрывающая отложения сеномана.

Их слагают главным образом пелитовые осадки с подчиненной ролью алевритов и более грубозернистых разностей. Они характеризуются темно-серой, иногда зеленовато-серой (из-за присутствия глауконитовой обломочной компоненты) до черной окраски, тонкослоистыми (горизонтальными и линзовидными) текстурами. Аргиллитоподобные глины — с ровным изломом, часто трещиноватые, с тонкими намывами светло-серого алевритового материала, подчеркивающими горизонтальную, переходящую кверху в линзовидно-волнистую, слоистость. В основании глинистых пачек наблюдаются отдельные прослои алевролитов светло-серых, мелкозернистых, глинистых, слабо сцементированных глинистым веществом, с намывами

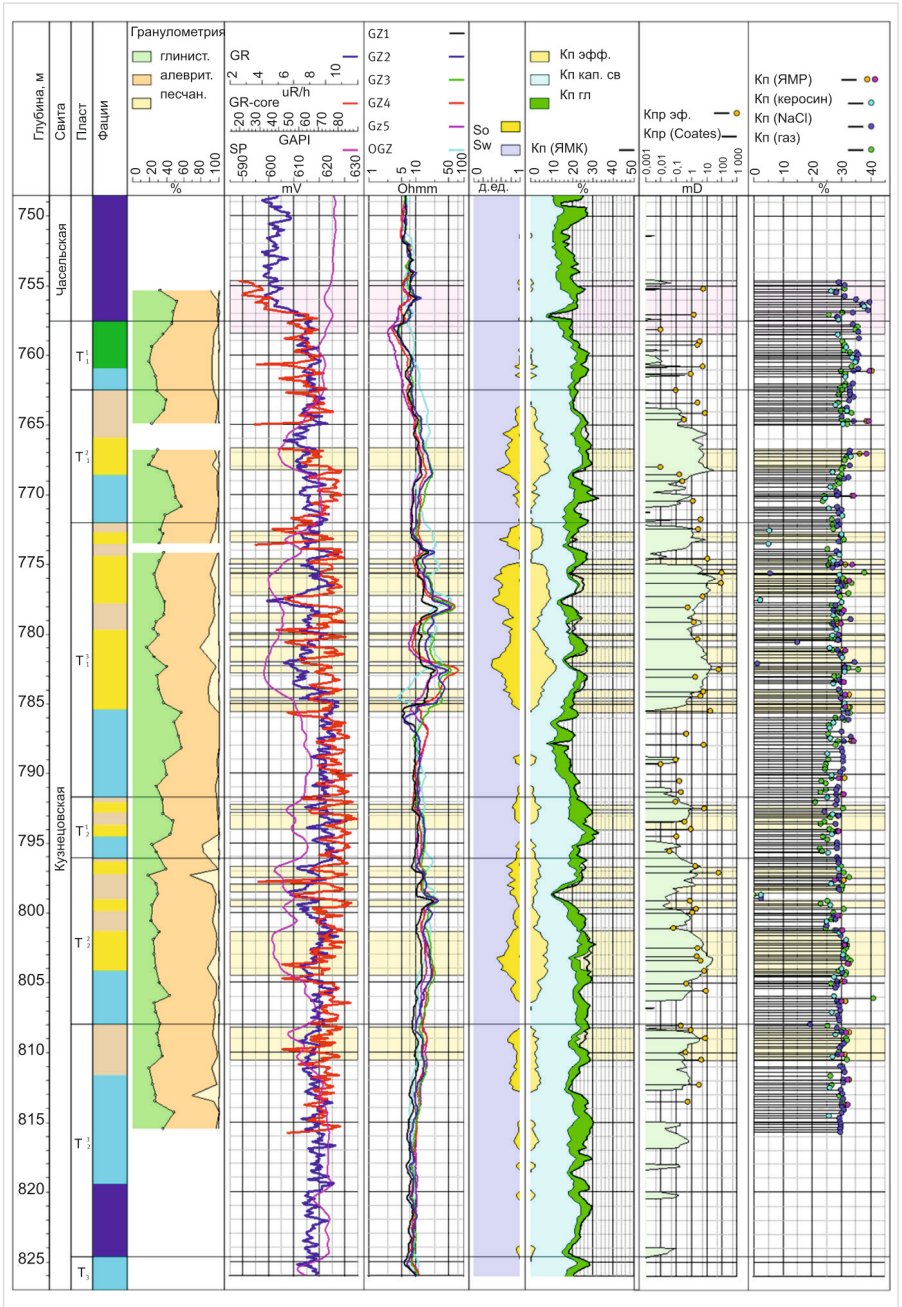


Рис. 1. Геофизический планшет скв. X (здесь и далее приведены условные номера скважин). Желтым и бежевым цветом показаны фациальный комплекс песчано-алевро-глинистого шельфа, сложенный фациями центрального и тылового бара, голубым цветом показаны фации транзитной зоны, синим цветом показаны фации глинистого шельфа
Fig. 1. Geophysical log of Well X (here and hereafter, well numbers are given as arbitrary designations). Yellow and beige indicate the sandy–silty–clayey shelf facies complex composed of central and back-bar facies. Light blue indicates the facies of the transit zone, and dark blue indicates the clayey shelf facies

темно-серого глинистого материала, подчеркивающими горизонтально-волнистую слоистость, переходящую в линзовидную. Седиментационное напластование нарушено многочисленными ходами илоедов, заполненными глинистым материалом. Среди ходов преобладают представители Helminthopsis, Phycosiphon, Teichichnus и Chondrites, ихнофации Cruziana.

Присутствие в глинистой толще алевролитовых линз и отдельных тонких прослоев алевролитов с низкоамплитудной волновой рябью отражает условия седиментации с периодическим влиянием штормовых процессов, которые нарушали спокойную динамику водной среды на мелководном шельфе.

С этим комплексом связано широкое распространение обломков раковин Inoceramus, выполненных шестоватым кальцитом светло-розового цвета; встречаются также неопознанные остатки других беспозвоночных.

На каротажных диаграммах рассматриваемому фациальному комплексу отвечают положительные аномалии кривых естественной поляризации (ПС), характеризующиеся наибольшими для изучаемого разреза показаниями. Аномалии имеют коробчатую форму и ограничены резкими горизонтальными — подошвенной и кровельной — линиями. Боковая линия вертикальная, слабоволнистая. Мощность аномалий ПС в разрезах скважин выдержанная и составляет 25–30 м.

Повышенный радиоактивный фон глин отражается в виде положительных аномалий и на кривых гамма-каротажа (ГК). Боковая линия характеризуется слабоизрезанной формой, вариации амплитуд отдельных пиков незначительные и находятся в пределах фоновых показаний.

Фациальный комплекс песчано-алевро-глинистого шельфа включает парагенетически взаимосвязанные песчаные, песчано-глинистые и глинисто-алевролитовые фации. Наличие в них представителей ихнофации Cruziana указывает на удаленные от берега условия накопления алевритового и песчаного осадка.

Наиболее значительную роль в рассматриваемом комплексе занимают алевролиты, переслаивающиеся с глинами и включающие маломощные прослои тонкозернистых песчаников (рис. 2–5). В части из них интенсивная биотурбация практически полностью уничтожила седиментационную слоистость, и лишь по сохранившимся от нарушения рудиментам можно предположить, что в осадке преобладали тонкогоризонтально- и волнистослоистые текстуры; в песчаных инкрементах встречаются знаки ряби. В отдельных прослоях глинистые мелкозернистые алевролиты отчетливо слоистые.

Мелко-тонкозернистые песчаники в ассоциации с алевролитами и глинами характеризуются высоким текстурным разнообразием. Они объединяют песчаные слои с симметричными знаками ряби, линзовидно-слоистые, косослоистые; значительная часть песчаников интенсивно биотурбирована, однако разнообразие этих биогенных текстур существенно меньшее, чем в алевролитах.

На диаграммах ПС песчаные и алевролитовые тела мелководного шельфа характеризуются отрицательными аномалиями (их контрастность увеличивается по мере огрубления состава осадков), имеют вид асимметричного колокола со спрямленной подошвенной и более пологой наклонной верхней линиями. Иногда песчаные прослои имеют симметричную воронкообразную или даже прямоугольную форму с резкими кровельной и подошвенной линиями.

Кривые ГК, характеризующие отложения «сложного» песчано-глинистого состава, отличаются неровной изрезанной формой, отражающей частое переслаивание различных по гранулометрии осадков.

К фациальному комплексу транзитной зоны отнесены сложно построенные алевро-глинистые пачки (рис. 3), в составе которых преобладают темно-серые и серые в различной степени глинистые (до перехода в аргиллиты) алевролиты с мелкими линзами и маломощными прослоями глинистых песчаников. Для них свойственна неотчетливая горизонтальная и линзовидная слоистость, обусловленная неравномерным распределением глинистого и алевритового материала, и придающая породе неявный «нодулярный» облик; иногда в керне фиксируются следы «оползаний» осадка и его перемешивания под действием подводных течений.

Состав отложений транзитной зоны и их текстурные параметры в целом отражают спокойные субаквальные обстановки осадконакопления в дальней прибрежной зоне шельфа. Степень влияния волновых и штормовых процессов здесь выше по сравнению с удаленной шельфовой областью, что выражается в более интенсивном поступлении обломочного материала песчаной и алевритовой размерности.

Как правило, отложения транзитной зоны представлены глинами преобладающего темно-серого цвета, с подчиненной ролью песчано-алевритового материала; для них свойственны горизонтальные, линзовидно-волнистые и крупномасштабные бугорчатые текстуры.

Присутствие в обломочных осадках широкого комплекса разнообразных биотурбационных текстур (Scolithos, Diplocraterion, Paleophycus, Planolites, в отдельных

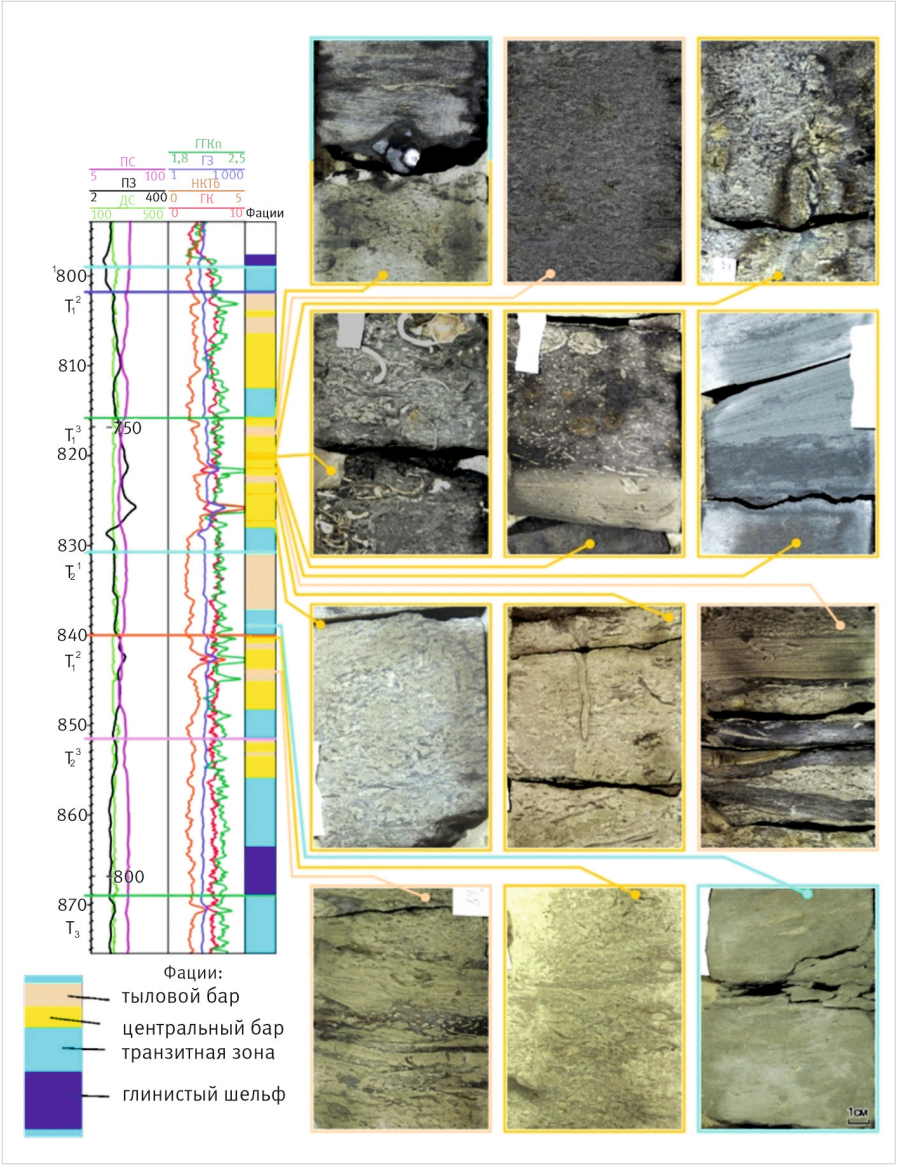


Рис. 2. Литолого-фациальная интерпретация туронского разреза газсалинской пачки с сопоставлением данных керна и ГИС. Желтым и бежевым цветом показаны фациальный комплекс песчано-алевро-глинистого шельфа, сложенный фациями центрального и тылового бара, голубым цветом показаны фации транзитной зоны, синим цветом показаны фации глинистого шельфа

Fig. 2. Lithofacies interpretation of the Turonian section of the Gaz-Salin Member based on core and well-log correlation. Yellow and beige indicate the sandy–silty–clayey shelf facies complex composed of central and back-bar facies. Light blue indicates the facies of the transit zone, and dark blue indicates the clayey shelf facies

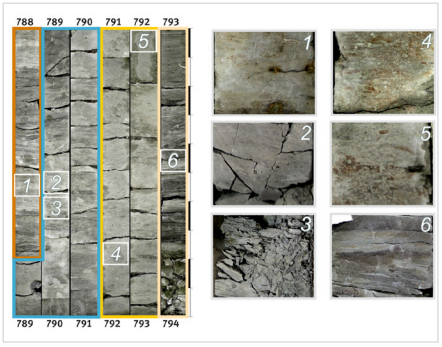


Рис. 3. Литологическая характеристика выделенных фаций (скв. F, пласты T_1^1 и T_1^2)
Fig. 3. Lithological characteristics of the identified facies in Well F (reservoirs T_1^1 and T_1^2)

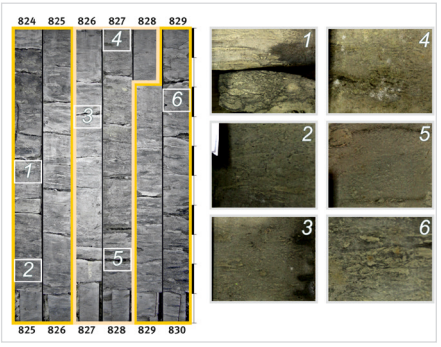


Рис. 4. Литологическая характеристика выделенных фаций (скв. F, пласт T_2^3)
Fig. 4. Lithological characteristics of the identified facies in Well F (reservoir T_2^3)

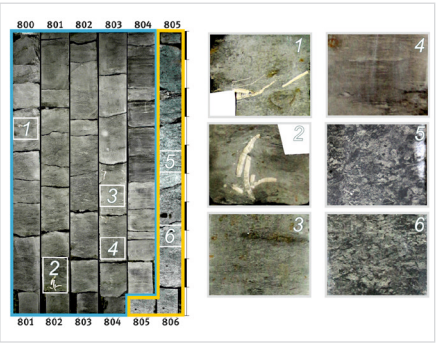


Рис. 5. Литологическая характеристика выделенных фаций (скв. F, пласты T_1^2 и T_1^3)
Fig. 5. Lithological characteristics of the identified facies in Well F (reservoirs T_1^2 and T_1^3)

глинистых прослоях Chondrites) свидетельствует об их формировании в обстановке удаленной части подводного берегового склона, характеризующейся умеренной гидродинамикой и нормальной соленостью среды.

Еще одна характерная черта фаций транзитной зоны — это наличие в их составе штормовых брекчий (темпеститов), сложенных более грубозернистым, чем вмещающий субстрат, материалом. Песчаные слойки толщиной 5–10 см слагают слоистые тонкозернистые песчаники с многочисленными обломками глин и остатками морских беспозвоночных. Они, как правило, не затронуты биотурбацией и с резким эрозионным контактом залегают внутри существенно глинистых отложений.

Толщины фаций транзитной зоны обычно выдержанные или меняются в узких пределах согласно седиментационному тренду, составляя в среднем от 4–5 до 8–10 м. Их электро- и радиометрическая характеристика в целом схожи с таковой для фаций глинистого шельфа. Основная разница заключается в значительно меньшей вертикальной мощности аномалий и более низких значениях кривых ПС и ГК в связи с повышенным по сравнению с фацией мелководного шельфа «опесчаниванием» разреза. Отдельные алевро-песчаные прослои в разрезе фации (темпеститы-?) отображаются отклонением боковой линии на диаграммах ПС в меньшую сторону; на кривой ГК им отвечают минимумы показаний.

Достаточно условно в разрезе турона выделяется фациальный комплекс, образование которого связано с прибрежными обстановками осадконакопления. Его распространение лимитируется верхней частью турона, где встречаются маломощные (до 2–3 м) слои интенсивно биотурбированных глинистых песчаников.

Появление среди ходов илоедов Ophiomorpha, отвечающих «прибрежным» ихнофациям Skolithos, на фоне присутствия также «шельфовых» форм, позволяет предполагать значительное обмеление морского бассейна и проградацию береговой линии в конце туронского века в районе Русско-Часельского мегавала.

Одним из необходимых условий понимания пространственно-временных взаимоотношений песчано-алевритовой и глинистой седиментации на шельфе является наличие таких взаимоотношений в современных обстановках осадконакопления.

На шельфах современных морей такие «нетипичные» скопления песчаного материала выделяются как гребни или валы («шельфовые бары»), (приуроченные к зонам действия штормовых волн или приливных течений. Эти песчаные валы встречаются на достаточно больших глубинах (до 100 м), протягиваясь на десятки километров и достигая в высоту нескольких десятков метров (Конибер, 1979).

Как правило, отложения шельфовых баров представлены в различной степени отсортированными песками и характеризуются последовательностью напластования с укрупняющейся вверх зернистостью (рис. 6), когда биогенно- гомогенизированные глинистые илы переходят в тонкие ламинарные алевриты со следами зарывающихся организмов и знаками ряби, а выше — в пески с крупной косой, горизонтальной ламинарной и/или бугорчатой косой слоистостями.

Одним из наиболее изученных примеров шельфовых песчаных баров, залегающих непосредственно на шельфовых глинах, являются песчаники Шеннон (Shannon Sandstone) в Вайоминге.

Однако логичного объяснения механизмов накопления грубозернистых осадков в условиях преобладающей пелитовой седиментации в литературе не приводится. Остается дискуссионным вопрос о том, как песчаный материал транспортируется от береговой линии на многие сотни километров (песчаники Шеннон, например, располагаются на значительном расстоянии от берега) и почему он не осаждается на путях переноса, концентрируясь в локальной зоне. Даже учитывая тот факт, что основные области аккумуляции песчаного материала в виде шельфовых баров (или песчаных валов) всегда приурочены к топографически выраженным поднятиям на дне моря (Hobson et al., 1982; Boyles, Scott, 1982). Подвергается сомнению и возможность влияния такого поднятия на дифференциацию осадка, учитывая, что высота этого поднятия составляет первые метры, в то время как глубина моря — несколько десятков метров.

В основе альтернативной, секвенс-стратиграфической модели формирования осадочных комплексов (Walker, Plint, 1992), генезис отложений в которых связан с разнесенными в пространстве обстановкам

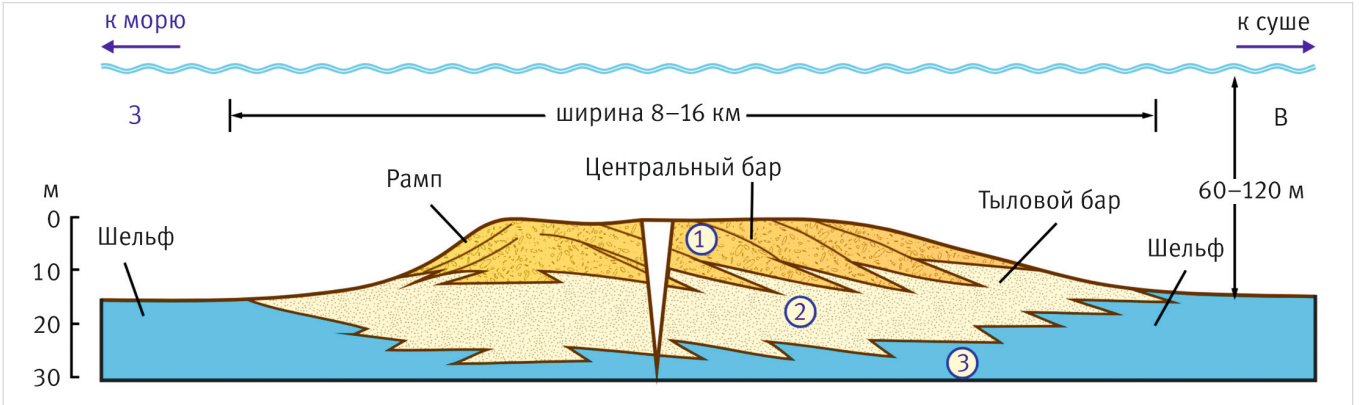


Рис. 6. Модель шельфового бара по J.M. Boyles, A.J. Scott 1982 с изменениями. 1 — Косослоистый песчаник, 2 — Биотурбированный глинистый песчаник, 3 — Биотурбированный аргиллит
Fig. 6. Shelf-bar model after J.M. Boyles, A.J. Scott (1982), modified. 1 – cross-bedded sandstone; 2 – bioturbated shaly sandstone; 3 – bioturbated mudstone

осадконакопления, лежит предположение о возможности быстрой смены шельфовой седиментации прибрежной, вызванной флуктуациями относительного уровня моря (ОУМ).

В такой трактовке накопление тонкодисперсного материала в шельфовых условиях происходит во время высокого стояния ОУМ, а алевритового и песчаного — во время его падения. Обусловленная последним событием форсированная регрессия провоцирует быстрое выдвижение прибрежных фаций в сторону моря, а затем и осушение шельфа.

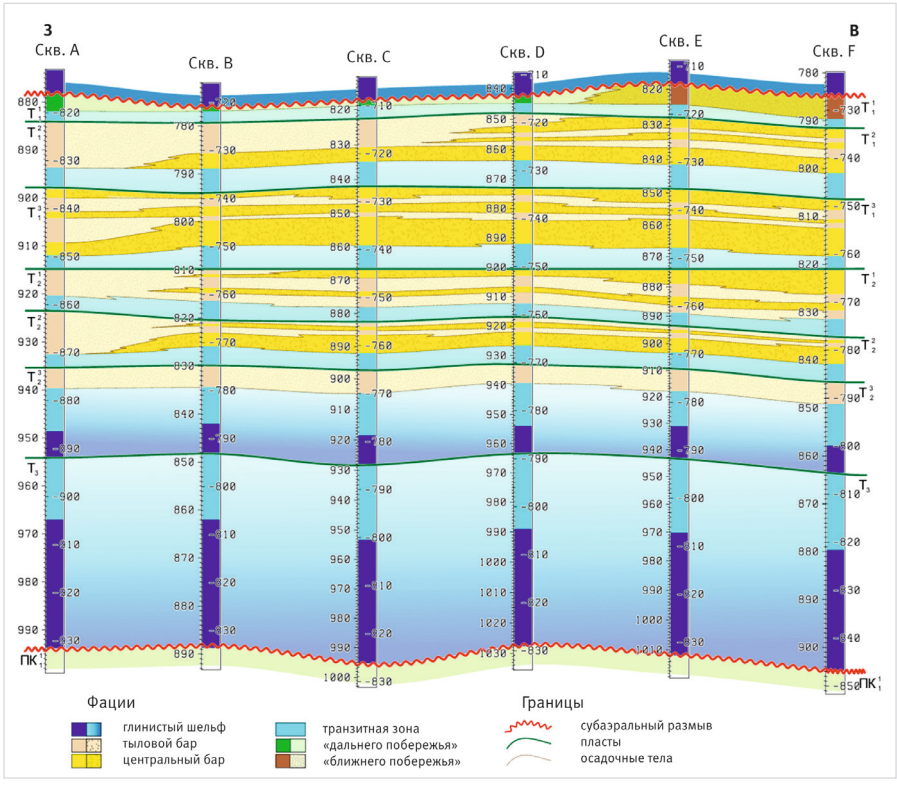


Рис. 7. Межскважинная корреляция фациальных комплексов туронских отложений газсалинской пачки по профилю А–А' на рисунке 9
Fig. 7. Interwell correlation of facies complexes within the Turonian Gaz-Salin Member along profile A–A' (fig. 9)

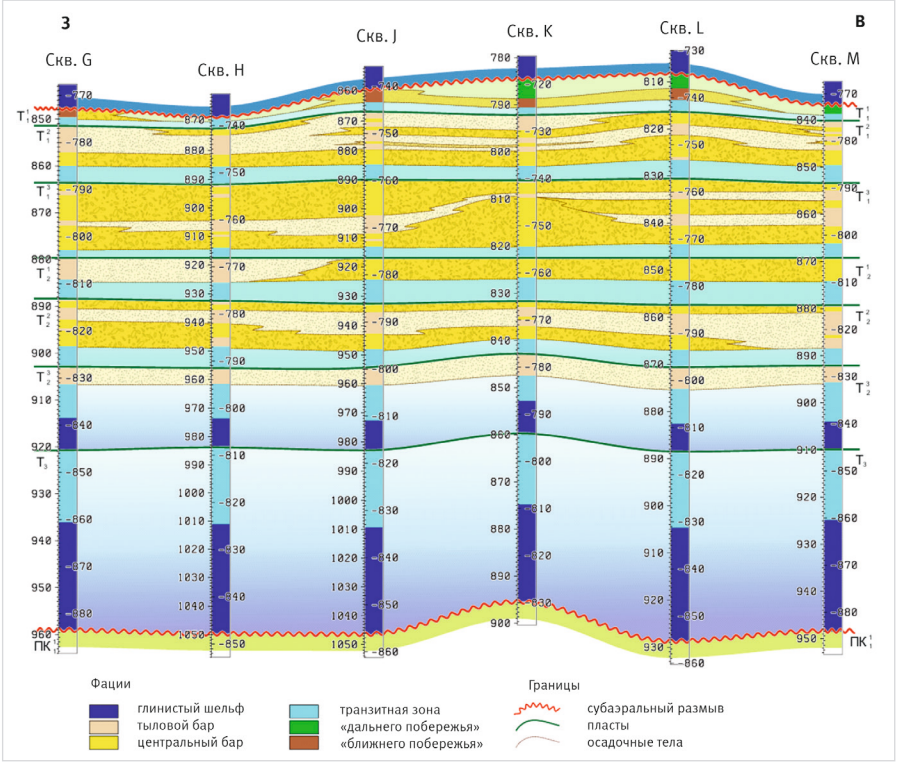


Рис. 8. Межскважинная корреляция фациальных комплексов туронских отложений газсалинской пачки по профилю В–В' на рисунке 9
Fig. 8. Interwell correlation of facies complexes within the turonian gaz-salin member along profile B–B' (fig. 9)

В разрезе это отражается в нарушении парагенетических связей фаций: так, к примеру, шельфовые глины перекрываются непосредственно песками побережья, несущими следы субаэрального размыва в кровле, а песчано алевритистые глины транзитной зоны отсутствуют.

Но в реальных разрезах турона субаэральные экспозиции, фиксирующие вывод отложений на дневную поверхность, документируются лишь для двух интервалов времени: рубежей сеноман/турон и турон/коньяк. Это означает, что песчаники, непосредственно залегающие на глинах транзитной зоны, но не несущие следов субаэрального размыва, не могут отражать падение ОУМ, и их перемещение в область преобладающей глинистой седиментации вызвано иными, чем флуктуации уровня моря, причинами. Особенно в свете того, что не только эти песчаники, но и перекрывающие их глинистые алевролиты имеют все признаки шельфовых (не прибрежных) образований.

Одной из возможных интерпретаций формирования газсалинской пачки является её трактовка как отложений дистальной части фронта дельты. В рамках этой модели перенос обломочного материала мелкопесчаной и алевритовой размерности на шельф связывается с деятельностью речной системы и развитием субаквальной дельты. В качестве современного аналога иногда рассматривается дельтовая система реки Хуанхэ, выносящей в залив Бохай значительные объемы осадочного материала и формирующей песчаные лопасти на шельфе.

Однако применение данной модели для газсалинской пачки вызывает ряд вопросов. Река Хуанхэ является одной из крупнейших рек Восточной Азии, что обеспечивает масштабный вынос осадочного материала. В пределах рассматриваемой части Западно-Сибирской плиты признаки существования сопоставимой по мощности речной системы отсутствуют. Кроме того, крупные реки при падении уровня моря формируют глубокие русловые врезы, достигающие сотен метров и хорошо фиксируемые на сейсмических разрезах, однако подобных структур в исследуемом районе не отмечается. Во-вторых, предполагается, что в туронское время на пике трансгрессии береговая линия располагалась в сотнях км от современного Русско-Часельского мегавала, что делает предположение о возможности продвижения даже дистальных частей дельтовых лопастей до него маловероятным.

Анализируя особенности распределения в разрезе туронских отложений выделенных фациальных комплексов, можно предположить, что архитектура газ салинской пачки на Русско-Часельском мегавале, является функцией двух переменных: рельефа дна, «отвечающего» за распределение различных по гранулометрии осадков по латерали (модель шельфового бара) и ОУМ (соответственно, пространство аккомодации), контролирующего вертикальную последовательность наслоения этих осадков (секвенс-стратиграфическая модель).

Во время повышений относительного уровня моря шельфовые бары «притоплялись», и на их месте накапливался главным образом глинистый материал. По мере снижения темпов роста ОУМ и обусловленного этим уменьшения приращиваемого пространства аккомодации (при стабильной скорости поступления в морской бассейн грубозернистых осадков с континента) на побережье

глинистую седиментацию сменяла сначала алевритовая, затем песчаная. Часть обломочного материала песчаной и (или) алевритовой размерности выносилась в транзитную зону и разносилась по его площади, «теряясь» в глинистом субстрате. Своеобразным «улавливателем» этого материала, вероятно, служили топографически выраженные поднятия в рельефе морского дна.

Для нижней части туронского яруса эти поднятия, возможно, имели палеоструктурную природу; позднее — их могли формировать и собственно песчаные валы или бары. Миграция этих поднятий по мере накопления барового комплекса приводила к смещению областей песчаной седиментации и создала отчетливо «слоистый» облик разрезов газ-салинской пачки на Южно-Русском месторождении.

Поскольку в данном случае мы имеем дело с разрезами, формирование которых связано со стабильными условиями и близкими скоростями накопления осадка в бассейне, корреляция этих разрезов обычно не вызывает затруднений, поскольку наиболее значимые изменения этих условий отображаются в смене вещественного состава пород. Во время затоплений, вызванных быстрым повышением ОУМ, происходит резкая смена состава пород, легко диагностируемая как в керне, так и на каротажных кривых. Образующиеся таким образом трансгрессивные поверхности играют роль седиментационных маркеров и создают необходимый для корректной попластовой хроностратиграфический каркас. корреляции разреза Особенности распределения выделенных фаций в структуре пластов иллюстрируют рисунках 7–8.

Используя терминологическую базу секвенс-стратиграфии, туронскую толщу можно соотнести с секвенций III–IV порядка (Walker, James, 1992), состоящую на рассматриваемой части лишь из тракта высокого стояния. В ней выделяется семь парасеквенций, разделенных поверхностями морского затопления, организованных в проградационный комплекс. Секвенция ограничена несогласными поверхностями: нижней отвечает субаэральная экспозиция в виде палеопочв в кровле сеномана; верхняя — отображается в различной стратиграфической полноте пласта T_1^1.

Несмотря на малоблагоприятный (с точки зрения формирования емкости) гранулометрический состав газ-салинской пачки, в ее разрезе пласты-коллекторы развиты достаточно широко, что предопределено, в первую очередь, низкой степенью литификации обломочного материала. Однако и в этом случае распределение коллекторов различного качества в разрезе туронской залежи в значительной степени определяется седиментационной неоднородностью.

Литого-фациальное районирование

Литолого-фациальное районирование полигона исследований выполнялось для пластов $T_2^3 – T_1^1$, поскольку именно они содержат основные запасы газа туронской залежи на Южно-Русском месторождении. Базовой моделью распределения различных по генезису осадков была принята модель шельфового барового комплекса, рассмотренная в предыдущей главе.

Пласт T_2^3 слагают самые глубоководные для рассматриваемого интервала разреза турона отложения. В кровельной части пласта, керн представлен интенсивно биотурбированными в различной степени глинистыми алевролитами с небольшими линзами и слойками тонкозернистых песчаников. Внутри этой алевролитовой пачки выделяются два песчаных прослоя толщиной около 1 метра с неявной косой и волнисто-линзовидной слоистостью. Этот комплекс генетически проинтерпретирован как фации шельфового бара, в котором более алевритистые образования отвечают тыловому, а песчанистые — центральному барам.

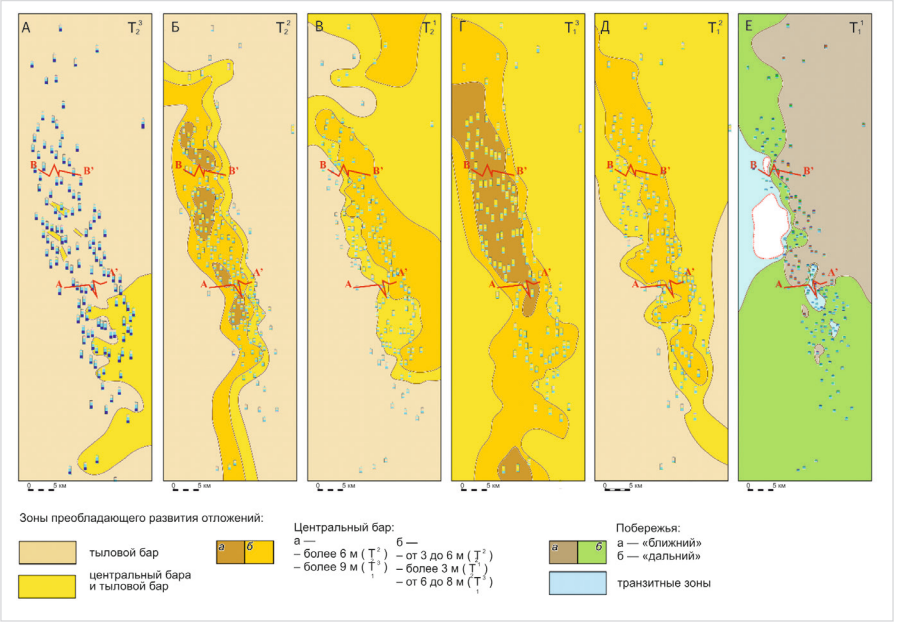


Рис. 9. Фациальные карты туронских отложений, отражающие поэтапное развитие шельфовой баровой системы
Fig. 9. Facies maps of the Turonian deposits illustrating the stepwise development of a shelf-bar system

В большинстве разрезов всех скважин пласт T_2^3 имеет однотипную структуру и состоит из сменяющихся вверх по разрезу фаций шельфа → транзитной зоны → тылового бара. В ряде скважин верхняя часть пласта включает помимо фаций тылового, фации центрального бара. Локализация последних в разрезах скважин позволила районировать изучаемый полигон с учетом их присутствия (рис. 9А).

Пласт T_2^2 слагают осадки в целом более песчанистые, чем в подстилающем пласте. Керн из этой части разреза фиксирует достаточно устойчивые переходы между фациями транзитной зоны, тылового и центрального бара.

На фоне повсеместного распространения фаций транзитной зоны и тылового бара выделяются зоны, где в разрезе пласта T_2^2 отмечается существенное увеличение песчаных прослоев, толщина которых закономерно изменяется в пределах полигона исследований, отражая, вероятно, миграцию центрального бара. Самые значительные его толщины прогнозируются в узкой полосе, протягивающейся субпараллельно топографическому поднятию, положение которого намечается по сокращению толщины пласта в целом. На запад и на восток от этой «зоны опесчанивания» наблюдается последовательное уменьшение в разрезе фаций центрального бара и увеличение — тылового (рис. 9Б).

В соответствии с таким распределением фаций на изученном полигоне были локализованы зоны преобладающего развития в разрезе пласта фаций центрального бара (его толщины в этой зоне изменяются от 3 до 8 м); зона совместного присутствия фаций тылового и центрального бара примерно в равных пропорциях (толщина фаций центрального бара составляет 2–3 м) и зона, где в разрезе пласта T_2^2 на фациях транзитной зоны залегают фации тылового бара (толщина фаций центрального бара не превышает 1 м).

Фациальная зональность, свойственная пласту T_2^2, сохраняется в целом и для вышележащего пласта T_2^1 (рис. 9В), только зона, в разрезах которой песчаники центрального бара играют наиболее значительную роль, смещается на восток, отражая генерализованное обмеление акватории. Доля фаций центрального бара наиболее велика в пласте T_1^3 (рис. 9Г). Они занимают больше половины его разреза, изменяясь в толщине от 2–3 м до 14–15 м. Их самые высокие значения характерны для зоны, протягивающейся с севера на юг. В распределении фаций центрального бара наблюдается определенная закономерность, выраженная в том, что тренд увеличения их доли в пласте наследует тренд сокращения его (пласта) толщин. Полигенные отложения пласта T_1^3охарактеризованы керном во многих скважинах, и он, в какой-то степени, является эталонным для диагностики фаций по предлагаемой базовой седиментационной модели (рис. 2–4).

Начало накопления пласта T_1^2 отвечает частному повышению ОУМ, во время которого на рассматриваемой территории господствовала глинистая седиментация. В это время был сформирован один из самых устойчивых литологических реперов, наиболее узнаваемый на каротажных кривых. Особенности распределения в пласте фаций, выделенных по результатам седиментологической интерпретации данных керна и каротажа, позволили оконтурить зоны, разрезы которых различаются долевым участием фаций транзитной зоны, центрального и тылового бара (рис. 9Д).

Следует отметить, что рисунок фациальной зональности для пласта T_1^2остался близким таковому более древних пластов. Основные изменения коснулись в первую очередь

сокращения площади развития фаций центрального бара, что обусловлено, вероятно, уменьшением количества выносимого с побережья обломочного материала алевритовой и тонкопесчаной размерности. Об этом свидетельствуют и их сокращенные толщины, не превышающие 6–7 м.

В строении пласта T_1^1 и особенностях распределения в нем фаций отражено влияние нескольких факторов. Во-первых, существующий разрез демонстрирует сохранившиеся от размыва фации, поскольку пласт представлен в различной стратиграфической полноте. Во-вторых, его накопление в условиях смены нормальной регрессии форсированной могло спровоцировать появление в разрезе осадков прибрежного генезиса, «незакономерно» перекрывающих глинистые отложения транзитной зоны, часть которых сохранилась от размыва. В-третьих, нельзя исключать и тот вариант, что эти песчано- и алевро-глинистые осадки представляют собой интенсивно преобразованные во время субаэрального размыва фации тылового бара.

На схеме литолого-фациальной зональности (рис. 9Е) показаны участки отсутствия пласта и резкого сокращения его толщины, где пласт T_1^1 представлен лишь своей нижней частью — глинистыми фациями транзитной зоны. Область распространения «прибрежных» фаций, характеризующаяся наибольшей стратиграфической полнотой разрезов, разделена на зоны по преобладанию в них песчаных или глинистых отложений, условно названных фациями ближнего и дальнего побережья.

Итоги

В результате проведенного исследования установлены основные особенности строения туронских отложений Русско-Часельского мегавала и характер их фациальной неоднородности. Выполнена интерпретация керновых и каротажных данных, позволившая реконструировать последовательность осадконакопления и взаимное положение фациальных комплексов в разрезе. Полученные результаты подтверждают ведущую роль баровых аккумулятивных форм в формировании песчаных тел газсалинской пачки и позволяют объяснить особенности их распространения в пределах изучаемой территории.

Выводы

Проведенное исследование расширяет существующие представления о механизмах формирования туронских песчаных тел Западно-Сибирского бассейна. Предложенная интерпретация может использоваться при геологическом моделировании и прогнозе распространения коллекторов в аналогичных мелководно-морских комплексах. Полученные результаты также способствуют уточнению палеогеографических реконструкций и повышают достоверность интерпретации разрезов, характеризующихся выраженной литолого-фациальной неоднородностью

Литература

1. Baraboshkin E.Yu., Alekseev A.S., Kopaevich L.F. Cretaceous palaeogeography of the North-Eastern Peri-Tethys. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 2003, Vol. 196, issue 1–2, P. 177–208. (In Eng).
2. Boyles J.M., Scott A.J. A model for migrating shelf-bar sandstones in Upper Mancos Shale (Campanian), northwestern Colorado. AAPG Bulletin, 1982, Vol. 66, issue 5, P. 491–508. (In Eng).
3. Hobson J.P. (Jr.), Fowler M.L., Beaumont E.A. Depositional and statistical exploration models, Upper Cretaceous offshore sandstone complex, House Creek Field, Wyoming. APG Bulletin, 1982, Vol. 66, P. 689–707. (In Eng).
4. Корнев В.А., Максимов Е.М., Озеранская Л.С., Рудкевич М.Я., Чистякова Н.Ф. и др. Нефтегазоносные комплексы Западно-Сибирского бассейна. М.: Недра, 1988. 303 с.
5. Конибер Ч.Э.Б. Палеогеоморфология нефтегазоносных песчаных тел. М.: Недра, 1979. 256 с.
6. Vyssotski A.V., Vyssotski V.N., Nezhdanov A.A. Evolution of the West Siberian Basin. Marine and Petroleum Geology, 2006, Vol. 23, issue 1, P. 93–126. (In Eng).
7. Walker R.G., Plint A.G. Control of sea level change. Facies models: response to sea level change. Stittsville: Geological Association of Canada, 1992, P. 15–25. (In Eng).

ENGLISH

Results

The study revealed the main structural features of the Turonian deposits of the Russko-Chaselsky megaswell and their facies heterogeneity. Integration of core observations and well-log interpretation made it possible to reconstruct the succession of depositional environments and relationships between facies complexes within the stratigraphic section. The results indicate the dominant role of bar-related depositional forms in the formation of the Gaz-Salin sand bodies and explain their spatial distribution within the study area.

Conclusions

The study expands current understanding of the mechanisms controlling the formation of Turonian sand bodies in the West Siberian Basin. The proposed interpretation can be applied in geological modeling and in predicting reservoir distribution within similar shallow-marine depositional systems. The results also contribute to more reliable palaeogeographic reconstructions and improve interpretation of stratigraphic sections characterized by pronounced lithofacies heterogeneity.

References

1. Baraboshkin E.Yu., Alekseev A.S., Kopaevich L.F. Cretaceous palaeogeography of the North-Eastern Peri-Tethys. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 2003, Vol. 196, issue 1–2, P. 177–208. (In Eng).
2. Boyles J.M., Scott A.J. A model for migrating shelf-bar sandstones in Upper Mancos Shale (Campanian), northwestern Colorado. AAPG Bulletin, 1982, Vol. 66, issue 5, P. 491–508. (In Eng).
3. Hobson J.P. (Jr.), Fowler M.L., Beaumont E.A. Depositional and statistical exploration models, Upper Cretaceous offshore sandstone complex, House Creek Field, Wyoming. APG Bulletin, 1982, Vol. 66, P. 689–707. (In Eng).
4. Kornev V.A., Maksimov E.M., Ozeranskaya L.S., Rudkevich M.Ya., Chistyakova N.F. et al. Petroleum complexes of the West Siberian Basin. Moscow, Nedra Publ., 1988, 303 p. (In Russ.)
5. Koniber Ch.E.B. Paleogeomorphology of petroleum-bearing sand bodies. Moscow, Nedra Publ., 1979, 256 p. (In Russ.)
6. Vyssotski A.V., Vyssotski V.N., Nezhdanov A.A. Evolution of the West Siberian Basin. Marine and Petroleum Geology, 2006, Vol. 23, issue 1, P. 93–126. (In Eng).
7. Walker R.G., Plint A.G. Control of sea level change. Facies models: response to sea level change. Stittsville: Geological Association of Canada, 1992, P. 15–25. (In Eng).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ I INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Жемчугова Валентина Алексеевна, д.г.-м.н., профессор кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых, МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Выговский Тихон Викторович, аспирант кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых, МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия
Для контактов: tikhon.vygovskiy.geo@gmail.com

Zhemchugova Valentina Alekseevna, dr. of geologo-mineralogical sciences, professor, department of geology and geochemistry of fossil fuels, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Vygovskiy Tikhon Viktorovich, postgraduate student, department of geology and geochemistry of fossil fuels, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia
Corresponding author: tikhon.vygovskiy.geo@gmail.com