

УДК 551.763.12

doi: 10.55959/MSU0579-9406-4-2023-63-2-33-43

МОДЕЛЬ ВДВИГОВОГО ОПОЛЗНЕВОГО КЛИНА С ПОСЛЕДУЮЩИМ ГИДРАВЛИЧЕСКИМ РАЗРЫВОМ, КАК ОБЪЯСНЕНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ АНОМАЛЬНОГО РАЗРЕЗА БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ НА СЕВЕРЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Статья 1. Описание разреза, литология, палинология

Павел Анатольевич Фокин¹✉, Маргарита Рубеновна Латыпова²,
 Андрей Георгиевич Федяевский³, Юрий Артурович Гатовский⁴,
 Антон Георгиевич Калмыков⁵, Георгий Александрович Калмыков⁶,
 Николай Александрович Шадчнев⁷, Андрей Сергеевич Буткеев⁸,
 Илья Борисович Соклаков⁹

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия; fokinpav@rambler.ru✉

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия; margarita.r.latypova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8258-9012>

³ Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева», Алматы, Казахстан; drew-fediaevsky@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8739-0416>

⁴ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия; ustas62@bk.ru

⁵ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия; a.kalmykov@oilmsu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8862-8227>

⁶ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия; g.kalmykov@oilmsu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8274-3622>

⁷ ПАО «НОВАТЭК», Москва, Россия; nikolay.shadchnev@novatek.ru

⁸ АО «АРКТИКГАЗ», Новый Уренгой, Россия; Andrey.Butkeev@jsc-arcticgas.ru

⁹ АО «АРКТИКГАЗ», Новый Уренгой, Россия; ilya.soklakov@jsc-arcticgas.ru

Аннотация. Описан новый аномальный разрез баженовской свиты на территории Уренгойского месторождения в северной части Западной Сибири. В статье 1 приводятся результаты литологического описания керн, разделение основных пород на литотипы, результаты гранулометрического и палинологического анализов. На основании проведенных работ было выявлено, что сероцветные песчано-глинистые отложения и песчаные жилообразные тела имеют более молодой возраст, чем вмещающие их породы баженовской свиты, представленные черными керогеново-кремнисто-глинистыми породами. На основании палинологических исследований, а также схожести минерального и гранулометрического составов исследуемых песчаников с песчаниками ачимовской толщи было предположено, что исследуемые обломочные породы относятся к ачимовским отложениям, которые были внедрены в отложения баженовской свиты.

Ключевые слова: Западная Сибирь; аномальный разрез баженовской свиты; мезоструктуры; модель формирования; ачимовский оползневой клин

Для цитирования: Фокин П.А., Латыпова М.Р., Федяевский А.Г., Гатовский Ю.А., Калмыков А.Г., Калмыков Г.А., Шадчнев Н.А., Буткеев А.С., Соклаков И.Б. Модель вздвигового оползневого клина с последующим гидравлическим разрывом, как объяснение формирования аномального разреза баженовской свиты на севере Западной Сибири. Статья 1. Описание разреза, литология, палинология // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. № 2. С. 33–43.

A MODEL OF A SHEAR LANDSLIDE WEDGE WITH SUBSEQUENT HYDRAULIC RUPTURE AS AN EXPLANATION FOR THE FORMATION OF AN ANOMALOUS SECTION OF THE BAZHENOV FORMATION IN THE NORTH OF WESTERN SIBERIA

1. Section description, lithology, palynology

Pavel A. Fokin¹✉, Margarita R. Latypova², Andrey G. Fedyaevskiy³, Yury A. Gatovsky⁴,
 Anton G. Kalmykov⁵, Georgy A. Kalmykov⁶, Nikolay A. Shadchnev⁷,
 Andrey S. Butkeev⁸, Ilya B. Soklakov⁹

¹ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; fokinpav@rambler.ru✉

² Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; margarita.r.latypova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8258-9012>

³ Non-profit joint-stock company Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan; drew-fediaevsky@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8739-0416>

⁴ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; ustas62@bk.ru

⁵ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; a.kalmykov@oilmsu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8862-8227>

⁶ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; g.kalmykov@oilmsu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8274-3622>

⁷ NOVATEK, Moscow, Russia; nikolay.shadchnev@novatek.ru

⁸ OJSC ARCTIKGAZ, Novy Urengoy, Russia; Andrey.Butkeev@jsc-arcticgas.ru

⁹ OJSC ARCTIKGAZ, Novy Urengoy, Russia; ilya.soklakov@jsc-arcticgas.ru

Abstract. A new anomalous section of the Bazhenov formation was described in the territory of the Urengoy oil and gas condensate field in the northern part of Western Siberia. Article 1 presents the results of the lithological description of the core, the division of the main rocks into lithotypes, the results of granulometric and palynological analyzes. It was revealed that gray-colored sandy-clay deposits and sandy vein-like bodies are younger than the host rocks of the Bazhenov Formation, represented by black kerogen-siliceous-clay rocks. On the basis of palynological studies, as well as the similarity of the mineral and granulometric compositions of the studied sandstones with the sandstones of the Achimov strata, it was assumed that the studied clastic rocks belong to the Achimov deposits, which were intruded into the deposits of the Bazhenov Formation.

Keywords: Western Siberia; anomalous section of Bazhenov formation; mesostructures; formation model; Achimov landslide wedge

For citation: Fokin P.A., Latypova M.R., Fedyaevskiy A.G., Gatovsky Yu.A., Kalmykov A.G., Kalmykov G.A., Shadchnev N.A., Butkeev A.S., Soklakov I.B. A model of a shear landslide wedge with subsequent hydraulic rupture as an explanation for the formation of an anomalous section of the Bazhenov formation in the north of Western Siberia. 1. Section description, lithology, palynology. *Moscow University Geol. Bull.*; 2; 33–43. (In Russ.)

Введение. Баженовская свита (БС) на территории Западной Сибири (ЗС), впервые выделенная Гурари в 1959 г., на сегодняшний день является уникальным объектом для исследования не только нефтематеринских отложений, но и нетрадиционных коллекторов нефти и газа. В центральных частях ЗС строение, состав и обстановки формирования отложений БС и ее возрастных аналогов — тутлеймской, мулымьинской свит и др. весьма хорошо изучены в связи с активным бурением и разработкой месторождений углеводородов в центральной части ЗС [Решение 6-го..., 2003, Хотылев и др., 2021]. Только в последнее время началось активное освоение северных территорий в районе ЗС и открытие новых, преимущественно газовых месторождений углеводородов. В связи с этим, новую актуальность приобретает исследование отложений БС на менее изученных северных территориях ЗС.

Отложения БС представлены в основном керогеново-глинисто-кремневыми породами, которые разделяются на пачки по литологическому составу пород [Панченко и др., 2016]. Однако также существуют и аномальные разрезы баженовской свиты (АРБ), которые ранее были описаны в центральной части ЗС [Нежданов, 1985]. К таким отложениям часто приурочены повышенные притоки углеводородов при разработке месторождений. Разные исследователи в своих работах описывают различные концепции происхождения АРБ на территории ЗС: влияние оползневых процессов [Микуленко, Острый 1968, Панченко и др., 2020, Гришкевич и др., 2019]; концепция о существовании палеоостровов [Зарипов, Сонич, 2001]; действие турбидитовых потоков и глубинных придонных течений [Ясович и др., 1979, Ясович 1981]; геомеханическая модель — всплывание пород БС из-за разности в плотностях между битуминозными кремнево-глинистыми породами

БС и терригенными осадками вышележающей ачимовской толщи [Гришкевич и др., 2017]; флюидо-динамическая модель — внедрение пород в БС [Тимурзиев, 2013]; клавишное погружение тектонических блоков по конседиментационным разломам [Гутман и др., 2016]. На территории Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения (НГКМ) (северная часть ЗС) два АРБ впервые были описаны специалистами из МГУ имени М.В. Ломоносова.

В статье 1 приводятся результаты литологического описания керна из нового АРБ, разделение основных пород на литотипы, результаты гранулометрического и палинологического анализов.

Материалы и методы. Исследуемая территория в пределах ЗС находится к юго-востоку от Обской губы в районе Уренгойского НГКМ (рис. 1).

В рамках настоящих работ было проведено литологическое описание кернового материала (24 м) из одной скважины, вскрывающей отложения из АРБ. На рис. 2. представлены несколько коробок с керновым материалом из отложений исследуемой скважины. На рисунке видно, что в керне типичных кремнево-глинистых отложений БС присутствуют не только тонкие песчаные жилы, но и “прослой” песчаников мощностью до 2 м. Для уточнения литологического состава исследуемых отложений было изготовлено 27 петрографических шлифов. Шлифы с покровным стеклом изготовлены на эпоксидной смоле, толщина составила 0,02 мм. Описание и фотографирование шлифов производилось под микроскопом Axio Scope 40 и стереомикроскопом SZX16, приобретенном по программе развития МГУ.

Изучение гранулометрического состава и сортировки песчаников литотипов III и IV, для установления их различий и особенностей формирования, проводилось в прозрачных шлифах, по методу Гацци-Дикинсона [Dickinson, 1970]. В каждом выбран-

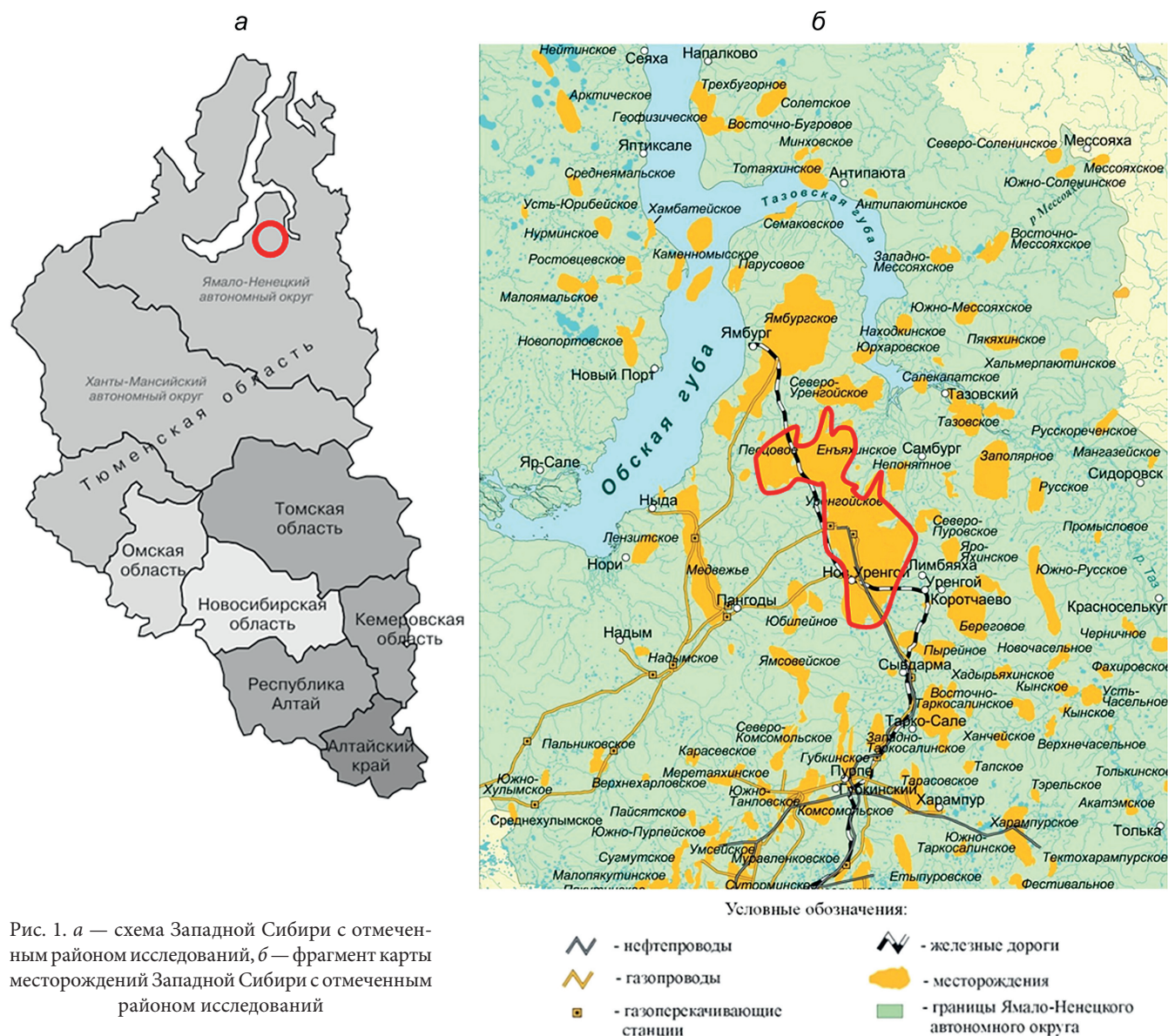


Рис. 1. а — схема Западной Сибири с отмеченным районом исследований, б — фрагмент карты месторождений Западной Сибири с отмеченным районом исследований

ном шлифе измерялись максимальные диаметры у 400 зерен, попавших в узлы сетки из параллельных линий с регулярным шагом (в зависимости от максимального размера зерен в шлифе — 0,2–0,25 мм), исключая повторное попадание одного зерна в соседние узлы. Размер обломков выражен в единицах ϕ , равных отрицательному двойному логарифму максимального диаметра зерна. Графически гранулометрический состав и сортировка для обработанных образцов изображены в виде кумулятивных кривых. Численные характеристики сортировки подсчитаны по формуле Фолка–Уарда [Folk, Ward, 1957].

С целью установки возраста исследуемых отложений и по возможности проведения палеофациального анализа, были проведены макропалеонтологические и палинологические исследования керна. Макропалеонтологические находки отобраны непосредственно из керна в процессе его литологического описания. Микропалеонтологические исследования проводились путем растворения пород и определения выделенных палеонтологиче-

ских остатков. Пробоподготовка образцов керна для палинологического анализа производилась по кислотной методике с использованием соляной и плавиковой кислот для растворения минеральной части пород и азотной кислоты для окисления органического остатка. Подсчет микрофитофоссилий проводился при возможности до 200 палиноморф в микрофитопланктонной (условно автохтонной) составляющей палиноспектров и до 100 палиноморф в континентальной (аллохтонной) части. На основании полученных палеонтологических данных в исследуемых разрезах выделяется ряд палинологических биособытий, характеризующих первое или последнее появление избранных таксонов, а также фиксирующие изменения их относительных количественных характеристик. В основе палинофациальных интерпретаций лежит анализ распределения основных компонентов органомацератов — АОВ, фитокластов, палиноморф [Tyson, 1995], а также некоторые другие закономерности.



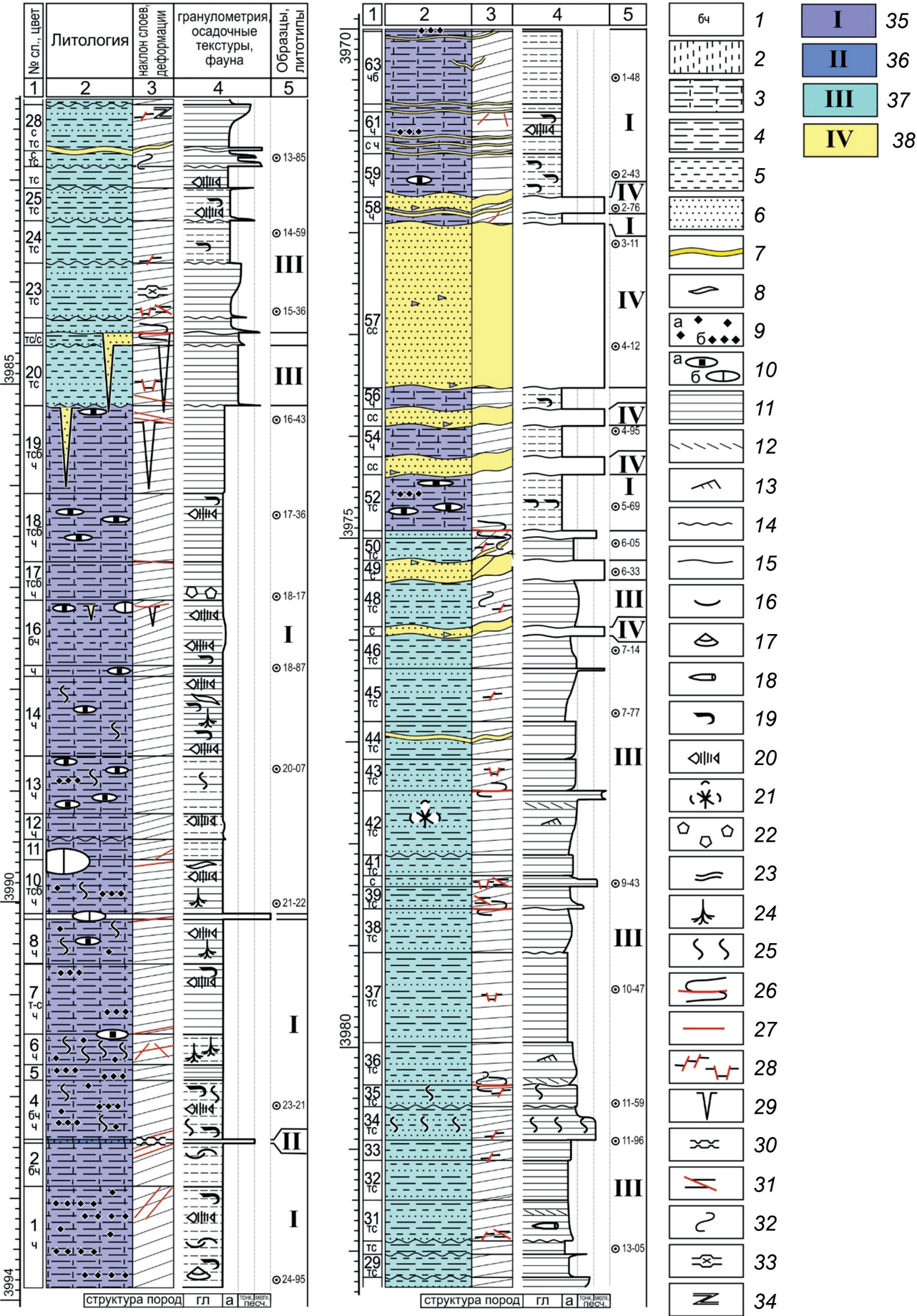
Рис. 2. Фото коробок керна из аномального разреза баженовской свиты при дневном и ультрафиолетовом свете

Результаты исследований. Исследуемые отложения АРБ, развитые на севере ЗС, значительно отличаются по литологическому составу от разновозрастных пород из центральной части ЗС. Полная литологическая колонка исследуемого кернового материала представлена на рис. 3. В целом, типичные для БС породы в этом аномальном разрезе встречаются, но они содержат больше глинистого вещества и меньше кремнезема, чем в разновозрастных породах из центральной части ЗС.

Отложения I литотипа на рис. 3 относятся непосредственно к породам БС и встречаются в нижней

и в прикровельной частях разреза. В шлифах породы представлены кремнисто-глинистыми разностями (рис. 4). Они могут иметь тонкогоризонтальную, линзовидную и массивную текстуры. Среди основных форменных элементов в породах I литотипа изредка присутствуют скелеты радиолярий (до 1%) и неопределимые кальцисферы (0–6%). Среди обломочных зерен чаще всего встречается кварц (от 7 до 25%) и ПШ (от 2 до 10%). Среди аутигенных минералов в породах этого литотипа часто встречаются кальцит (1–2%) и пирит (15–20%).

Рис. 3. Седиментологическая колонка исследуемых отложений с отмеченными мезоструктурами и текстурными особенностями. Условные обозначения: 1 — цвет пород: бч — буровато-черный; с — серый, сс — светло-серый, тс — темно-серый, тсб — темно-серый, буроватый, ч — черный. Литология (2–9): 2 — радиоляриты глинистые; 3 — аргиллиты кремнистые; 4 — аргиллиты; 5 — алевролиты; 6 — песчаники; 7 — тонкие «песчаные жилы»; 8 — трещины синерезиса; 9 — микростяжения марказита: рассеянные (а) и в послойных скоплениях (б); 10 — конкреции: марказита (а) и карбонатные (б). Текстуры (11–13): 11 — параллельная слоистость; 12 — косая слоистость; 13 — знаки ряби течений. Типы границ (14–15): 14 — микроразмывы; 15 — нестратиграфические границы. Палеонтологические остатки (16–22): 16 — двустворки; 17 — брахиоподы; 18 — белемниты; 19 — онихиты; 20 — детрит костей рыб; 21 — скопления растительного детрита; 22 — карбонатный детрит. Ихнофоссилии (23–25): 23 — Planolites; 24 — Chondrites; 25 — неопределимые биотурбации. Деформационные структуры (26–34): 26 — оползневые срывы; 27 — зеркала скольжения; 28 — микросбросы и их комбинации; 29 — нептунические дайки; 30 — будинированные слои; 31 — микронадвиги; 32 — мелкие складки течения; 33 — ранее не описанная «бантикообразная структура» 34 — Z-образные изломы слоев. Литотипы (35–38): 35 — первый тип, кремнисто-глинистый; 36 — второй тип, глинисто-кремнистый; 37 — третий тип, терригенный, ритмично-слоистый; 38 — четвертый тип, песчанниковый



Гранулометрические характеристики образцов обломочных пород литотипов IV (1–4) и III (5–8)

№ п/п	Образец	Содержание фракций, %				σ_1 сор- тировка
		<0,05 мм	0,05– 0,1 мм	0,1– 0,25 мм	0,25– 0,5 мм	
1	2-76	19,75	33,0	42,75	4,0	1,0225
2	4-95	23,0	34,0	41,75	1,25	1,0518
3	6-05	24,75	33,5	40,75	1,5	0,9146
4	6-33	16,25	36,75	43,5	2,5	1,0528
5	7-14	55,0	43,0	2,0	–	0,8831
6	9-43	31,25	40,0	28,75	–	1,0380
7	13-85	56,5	39,0	4,5	–	0,9141
8	15-36	30,0	25,25	44,75	–	0,8381

Породы II литотипа — глинисто-кремнистые разности, встречаются в исследуемом разрезе очень редко (рис. 3). Они отличаются от отложений, относящихся к I литотипу большим количеством кремнезема и более похожи на типичные породы БС из центральной части ЗС.

Отложения **III литотипа** (терригенные, ритмично-слоистые) слагают в основном среднюю часть разреза (рис. 3), в шлифах они представлены преимущественно аргиллитами тонкодисперсными и мелкочешуйчатыми и алевролитами крупнозернистыми аркозовыми, с прослойками градационно-слоистых, мелко-тонко- и тонкозернистых, алевритистых песчаников. Породы этого литотипа нельзя назвать типичными отложениями БС, в них слишком большое содержание обломочной составляющей и слишком низкое содержание кремнезема и керогена.

Породы, относящиеся к **IV литотипу** распространены как в средней, так и в верхней частях разреза (рис. 3). В шлифах представлены аркозовыми песчаниками тонко-мелкозернистыми с алевритовой примесью, умеренно сортированными, неслоистыми, полимиктовыми (рис. 5). Эти песчаники состоят как правило из кварца (40–45%), ПШ (44–47%), ли-

токластов (5–7%) метаморфических, магматических пород, слюд (6%), с поровым доломитовым цементом (10%), с пленочным хлоритовым (2–3%), с регенерационным кварцевым цементом и преобладающей цементацией вдавливанием. Присутствие отложений именно этого литотипа создает наибольшее количество вопросов к обстановкам формирования исследуемого разреза. Ведь выше по керну, аркозовые песчаники IV литотипа снова перекрываются и даже чередуются с кремнисто-глинистыми породами I литотипа (рис. 3), которые отличаются от типичных отложений БС лишь повышенными содержаниями глинистой составляющей.

Породы литотипа IV по гранулометрическому составу весьма однородны: их кумулятивные кривые на графике и располагаются очень плотно (рис. 6). Они могут быть названы как «песчаник тонко-мелкозернистый, алевритистый». Мелкопесчаная компонента составляет 40,75–43,5% породы, тонкопесчаная — 33,0–36,75%, алевритовая — 16,25–24,25%. Содержание средnepесчаных зерен (0,25–0,358 мм) не превышает 4%.

Кумулятивные кривые образцов обломочных пород литотипа III сильнее разбросаны, что свидетельствует о заметной вариации компонентов по слоям, но все располагаются правее кривых для песчаников литотипа IV, в области более тонкозернистых пород. Гранулометрический состав пород варьирует от «песчаника мелко-тонкозернистого, алевритового» до «тонкопесчано-алевритовой породы, с примесью мелкопесчаного материала». Содержание мелкопесчаного материала меняется от первых процентов до 17,75%, тонкопесчаной составляющей — 35–55,25%, алеврита — 31,25–53,5%.

Вычисленные для образцов коэффициенты сортировки (σ_1) различаются несильно, но для образцов литотипа IV в трех случаях из четырех они немного более единицы, что соответствует приграничной зоне плохой сортировки с умеренной [McManus, 1988]. Для трех шлифов песчано-алев-

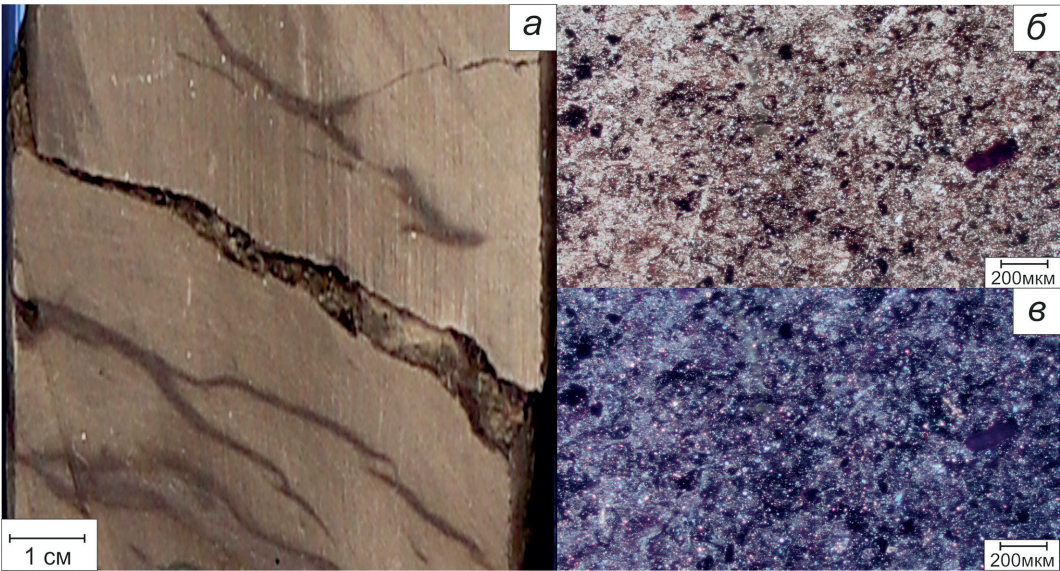


Рис. 4. Кремнисто-глинистая порода (I литотип): а — фотография поверхности керна, б — фотография породы в шлифе, в — фотография породы в шлифе при скрещенных николях. Размер масштабной линейки 200 мкм

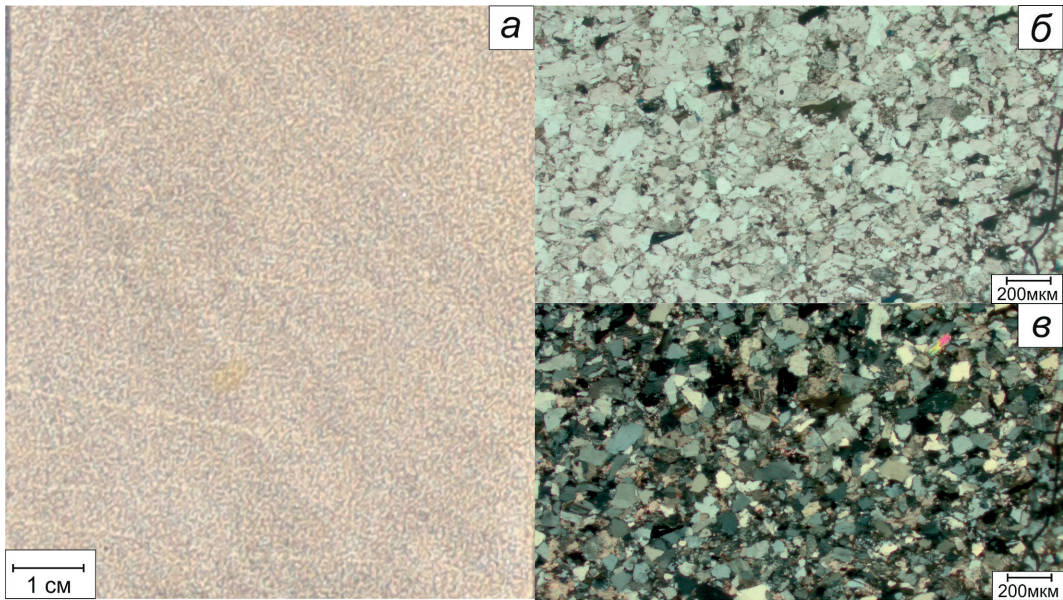


Рис. 5. Песчаник аркозовый (IVлитотип) б) фотография породы в шлифе, в) фотография породы в шлифе при скрещенных николях. Размер масштабной линейки 200 мкм

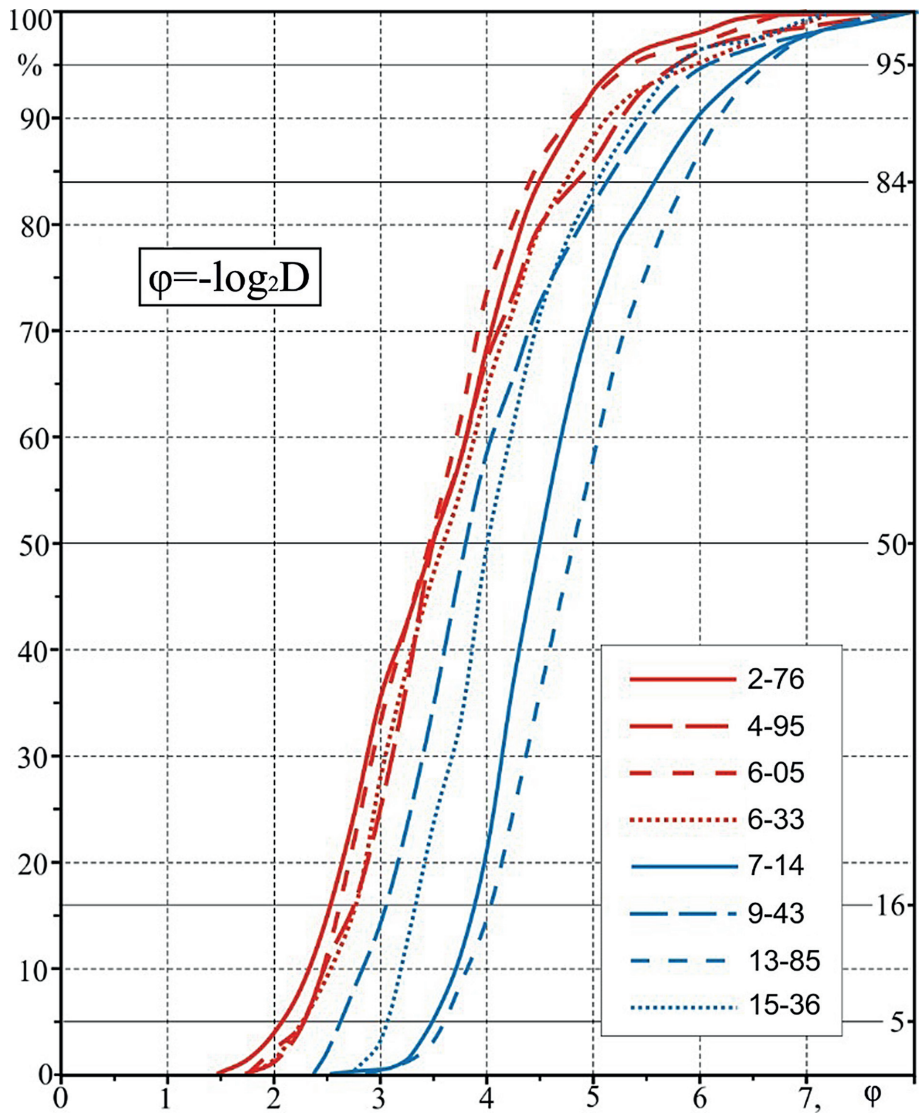


Рис. 6. Кумулятивные кривые гранулометрического состава обломочных пород АРБ. Голубым цветом показаны песчаники и алевропесчаники литотипа III, красным — песчаники литотипа IV

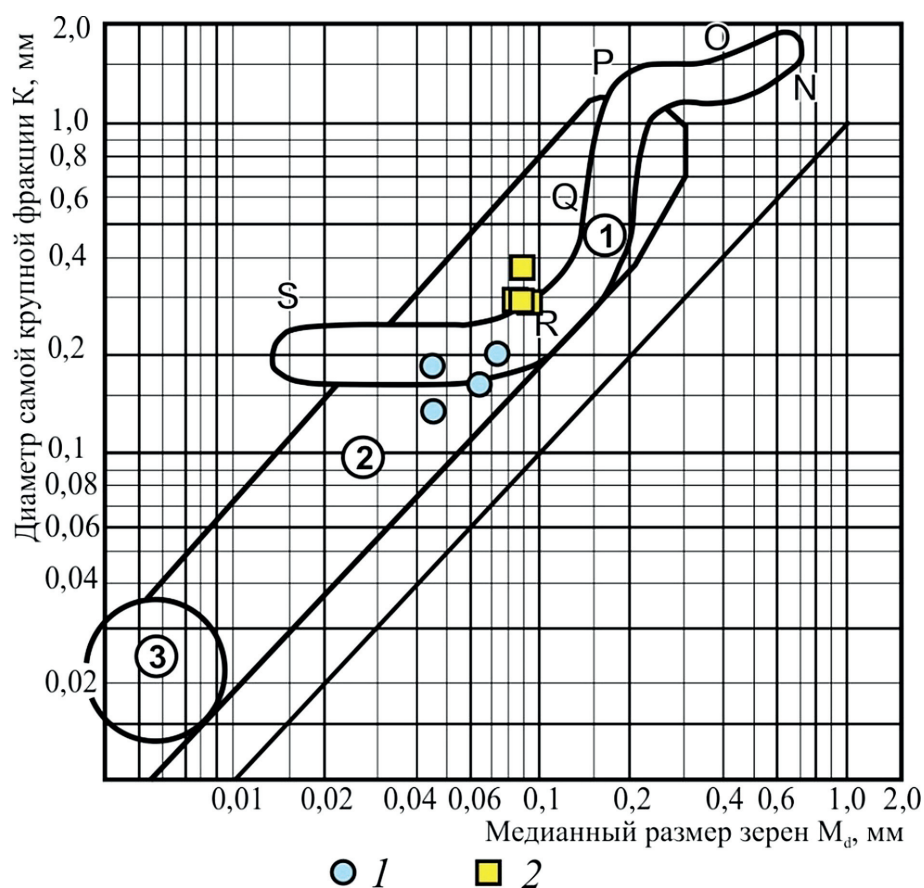


Рис. 7. Точки гранулометрических составов обломочных пород АРБ на диаграмме Пассера [по Passega, 1964, Passega, Byramgee, 1969]. Даны цифры в кружках: 1-2 — отложения: 1 — потоков, 2 — турбидитные; 3 — осадки из взвеси в спокойных водах. Интервалы между точками: N/O — осадки перекатывания; O/P — осадки перекатывания с незначительным количеством осадков взвеси; P/Q — осадки взвеси с некоторым количеством осадков перекатывания; Q/R — отложения течений со средними скоростями; R/S — однородные осадки взвеси. 1-2 — обломочные породы: 1 — песчанники и алевропесчанники литотипа III, 2 — песчанники литотипа IV

ритовых пород литотипа III σ_1 ниже единицы (сортировка умеренная) (таблица). Поскольку подсчет зерен производился в шлифах, истинная сортировка может быть лучше в обоих случаях, но все равно в породах литотипа III степень сортировки сравнительно выше, чем в отложениях IV литотипа.

На диаграмме Пассера [Passega, 1964, Passega, Byramgee, 1969] точки гранулометрического состава пород литотипа III расположились в области, смежной для турбидитовых осадков и потоковых отложений, на отрезке RS (отложения из однородной взвеси) (рис. 7). Точки песчанников литотипа IV расположились кучно, правее и выше, т.е. в области более активных процессов осадконакопления, на границе полей отложений турбидитов и потоков средней силы (отрезок QR).

Результаты гранулометрического анализа для пород литотипа III хорошо согласуются с седиментологическими выводами: накопление осадков прирусловых валов питающих и крупных дистрибутивных каналов формируются в значительной мере из разбавленной взвеси мутьевых потоков, а вариации размерности отражают разные масштабы и другие параметры разновременных потоков.

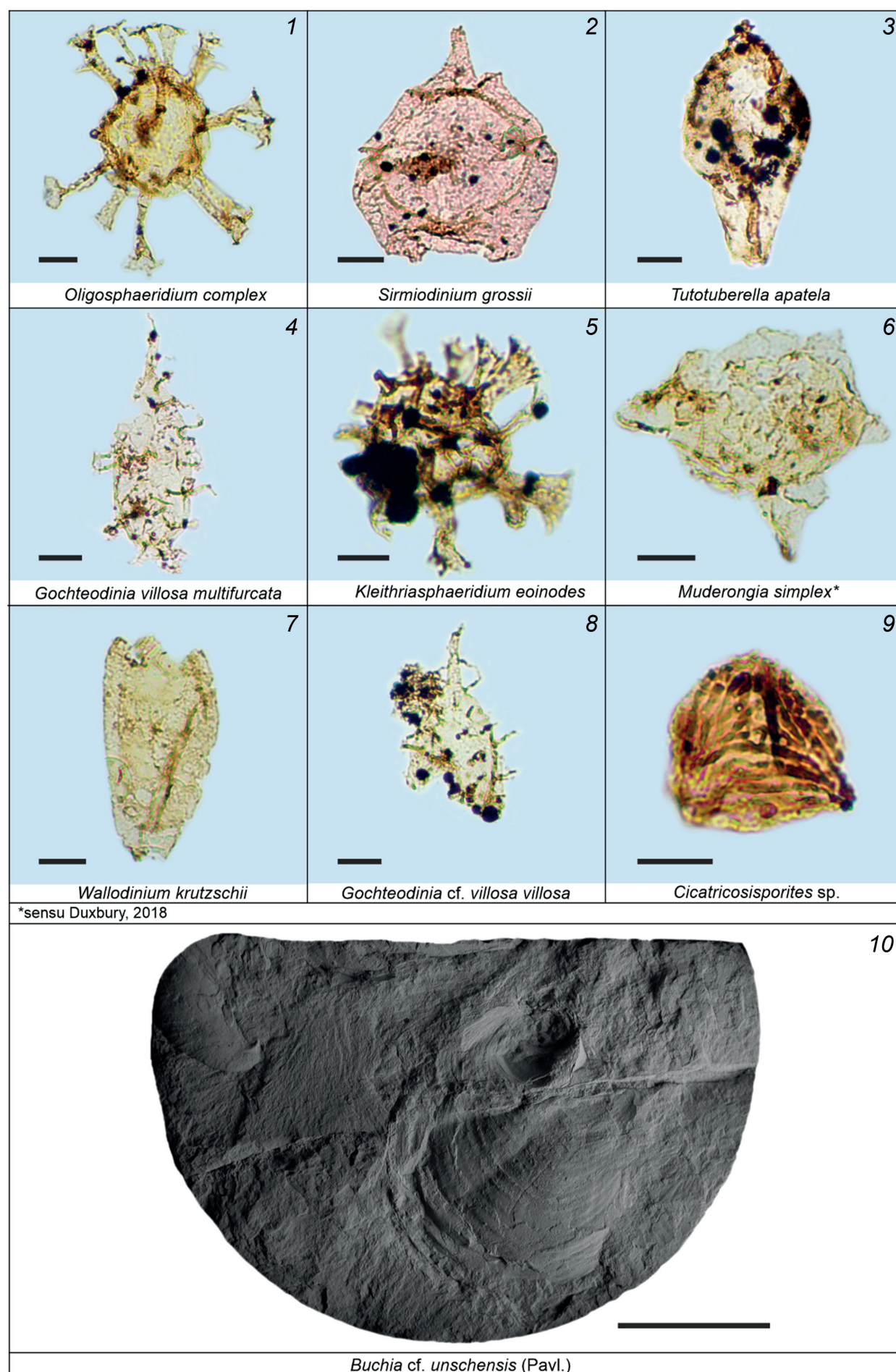
Для песчанников литотипа IV из разных жил установлена высокая степень однородности, что может объясняться или одновременностью их образо-

вания, или из материала единого слоя. Этот материал заметно отличается более крупной размерностью и худшей сортировкой от алевропесчанников литотипа III, и он был в большом количестве (суммарная мощность «песчаных жил» превышает 3 м) перемещен к основанию подводного склона более высокоэнергетическим фактором, чем мутьевые потоки. Пониженный уровень сортировки песчаного материала и бедность первичным глинистым цементом дают основание полагать, что фактором переноса был мощный зерновой поток, а источником песка могли быть обстановки активной гидродинамики мелководных или прибрежных обстановок.

Макропалеонтология и палинология исследуемых отложений. Проведенные палинологические исследования позволили установить 2 стратиграфических уровня, отличающихся друг от друга палеонтологической характеристикой и составом органацератов. Фотоизображения ключевых таксонов приведены на рис. 8 (1-9).

1. Нижняя часть разреза (рис. 3), которая сложена преимущественно породами I литотипа (рис. 4) соотносится с верхнеюрским (волга) — раннемеловым (нижний валанжин) интервалом. В палиноспектрах образцов доминируют прازیнофиты *Lancetopsis lanceolata*, *Pterospermella* spp., *Tasmanites* spp.; единично и спорадически присутствуют дино-

Рис. 8. Палиноморфы и макрофауна из исследуемого разреза; масштабная линейка для палиноморф — 10 мкм, для двустворки — 2 см; Фиг. 1, 6 — гл. 3975,67 м, фиг. 2 — гл. 3984,20 м, фиг. 3 — гл. 3991,18 м, фиг. 4, 9 — гл. 3976,24 м, фиг. 5, 7, 8 — гл. 3986,77 м, фиг. 10 — 3976,83 м



цисты *Circulodinium* sp., *Gochteodinia* spp., *Gochteodinia villosa villosa*, *Gonyaula cysta* Group, *Hystrichodinium* spp., *Hystrichodinium pulchrum*, *Kleithria sphaeridium eoinodes*, *Oligosphaeridium* spp., *Sirmiodinium grossii*, *Systematophora* spp., *Tubotuberella apatela*; споры *Leiotriletes* spp.; пыльца *Disaccites*, *Classopollis* spp., *Cycadopites* spp. Спорадичность присутствия различных таксонов диноцист не позволяет делать четких выводов о возрасте пород. Низкая степень сохранности (как следствие высокой степени деградации органического вещества (ОВ)) сильно снижает диагностический потенциал палиноморф, что приводит к широкой интерпретации стратиграфического положения исследуемых интервалов керна. Эта картина с плохой сохранностью палинологических комплексов типична для отложений БС.

В нижней части разреза в составе органомацератов доминирует аморфное органическое вещество (АОВ), в подчиненных количествах содержатся фитокласты (в основном предположительно водорослевого генезиса), в сильно подчиненных количествах присутствуют палиноморфы. Данные характеристики органомацератов соответствуют условиям дистального аноксичного шельфа/бассейна. Стратификация вод бассейна седиментации также подтверждается резким преобладанием празиофитов над диноцистами в составе морского микрофитопланктона. Исключительно по палинологическим данным максимальная степень аноксии фиксируется в подошвенной части разреза. Стоит отметить, что исследуемый разрез является неполным, подошвенная часть БС керном не представлена. С аноксичными условиями отчасти связана и высокая степень деградации ОВ и низкая степень сохранности палиноморф.

2. Большой интерес представляют породы из вышезалегающего интервала разреза, сложенного преимущественно отложениями III литотипа (рис. 3). Стратиграфическое положение этого интервала можно установить по верхней границе распространения диноцисты *Tubotuberella apatela* и нижней границе распространения *Oligosphaeridium complex*, как нижний мел, нижний валанжин. В составе палиноспектров присутствуют: диноцисты *Apteodinium* spp., *Batioladinium gochtii*, *Circulodinium* spp., *Circulodinium distinctum*, *Kallosphaeridium* sp. AE McIntyre, Brideaux 1980, *Gochteodinia villosa multifurcata*, *G. villosa villosa*, *Gonyaulacysta* Group, *Hystrichodinium* sp., *Muderongia* spp., *M. simplex*, *Oligosphaeridium* spp., *O. complex*, *Paragonyaulacysta* spp., *Sirmiodinium grossii*, *Sentusidinium* spp., *Spiniferites* ex gr. *ramosus*, *Tanyosphaeridium* spp., *T. magneticum*, *Tubotuberella apatela*; празиофиты *Lancettopsis lanceolata*, *Pterospermella* spp., *Tasmanites* spp.; споры *Aequitriradites* spp., *Cicatricosisporites* spp., *Couperisporites* spp., *Densoisporites velatus*, *Leiotriletes* spp. / *Cyathidites* spp., *Lycopodium sporites* spp., *Osmundacidites* spp.; пыльца *Disaccites*, *Classopollis* spp., *Cycadopites* spp.

Первое появление *Oligosphaeridium complex* в Бореальной области повсеместно фиксируется в основании валанжина или в базальной части нижнего валанжина [Davies, 1983; Haq et al., 1987; Costa, Davey, 1992; Duxbury, 2001; Weston et al., 2012; Duxbury, 2018]. Последнее появление *Tubotuberella apatela* фиксируется повсеместно в кровле нижнего валанжина или в терминальной его части [Costa, Davey, 1992; Duxbury, 2001; Duxbury, 2018].

Проведенный на основании палинологических исследований палеофациальный анализ показал, что в образце, отобранном из подошвенной части верхнего интервала разреза в составе органомацератов доминирует АОВ, в подчиненных количествах содержатся фитокласты, в основном, предположительно водорослевого генезиса, в сильно подчиненных количествах присутствуют палиноморфы. Данный тип органомацерата характеризует условия дистального аноксичного шельфа/бассейна. На это же указывает высокое соотношение празиофиты/диноцисты.

Однако выше по разрезу, в образцах, отобранных с глубин 3980,12 м и 3976,24 м, в составе органомацератов доминируют фитокласты, сильно деградированные, переходящие в АОВ, в подчиненных количествах содержатся палиноморфы. Данное распределение характеризует дистальный дизоксичный шельф или бассейн, включая турбидитовые системы с дизоксичным окислительно-восстановительным режимом.

Еще выше по разрезу, но уже на глубине 3975,67 м в составе органомацерата доминируют фитокласты, частично деградированные (средней степени), в подчиненных количествах палиноморфы и рассеянное АОВ. С учетом парагенетической последовательности обстановка осадконакопления интерпретируется как турбидитовый канал (терраса — внутренняя часть прируслового вала).

Таким образом, в целом рассматриваемый интервал в палеофациальном отношении интерпретируется как постепенный переход от дистального бассейна с аноксичным окислительно-восстановительным режимом к турбидитовой системе с окислительным редокс-режимом в раннем валанжине. Турбидитовая система также подкреплена градиционными микротекстурами в шлифах из отложений III литотипа.

При описании макропалеонтологических находок из исследуемого разреза в аргиллитах III литотипа с глубины 3976,83 м была выявлена единичная двустворка *Buchia* cf. *unschensis* (Pavl.) (рис. 8). Этот вид двустворок распространен в стратиграфическом интервале зон *Craspedites subditus* — *C. nodiger* верхневожского подъяруса — *Praetollia maynsi* — *Nectoroceras kochi* рязанского яруса, что соответствует титонскому — берриасскому возрастам по общей стратиграфической шкале.

В итоге в исследуемых породах наблюдается перекрытие титон-берриасскими керогеново-

кремнисто-глинистыми породами БС ачимовских, вероятно валанжинских песчано-глинистых отложений, что является нарушением закона Стенона о порядке образования слоев [Стенон, 1957].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гришкевич В.Ф., Гатина Н.Н., Сидоренко А.О. и др. Опыт петрофизического анализа механизма формирования аномального разреза баженской свиты на Имилорской площади Западной Сибири // Литосфера. 2019. Т. 19, № 2. С. 209–227. URL: <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2019-19-2-209-227>.

Гутман И.С., Качкина Е.А., Саакян М.И. и др. Аномальные разрезы баженской свиты и ачимовские клиноформы как результат, соответственно, разломной и пликтивной тектоники // Недропользование XXI век. Науки о Земле. 2016. № 3. С. 70–81.

Заринов О.Г., Сонич В.П. Новый тип разреза баженской свиты и перспективы увеличения извлекаемых запасов на территории деятельности ОАО «Сургутнефтегаз» // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО — Югры: Материалы IV науч.-практ. конф. Ханты-Мансийск, 2001. С. 143–153.

Микуленко К.И., Острый Г.Б. Оползневые образования в мезозойских отложениях Западно-Сибирской низменности // Литология и полезные ископаемые. 1968. № 5. С. 11–18.

Нежданов А.А., Туманов Н.Н., Корнев В.А. Аномальные разрезы баженской свиты и их сейсмогеологическая характеристика // Сейсморастворка для литологии и стратиграфии (Тр. ЗапСибНИГНИ). Тюмень, 1985. С. 64–71.

Панченко И.В., Гатина Н.Н., Вишневская В.С. и др. О постседиментационной природе аномальных разрезов баженской и георгиевской свит (Западная Сибирь) по результатам литологии, биостратиграфии и корреляции новых керновых данных // Материалы X Всероссийского совещания «Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии», г. Магадан, 20–25 сент. 2020. С. 201–205.

Панченко И.В., Немова В.Д., Смирнова М.Е. и др. Стратификация и детальная корреляция баженского горизонта в центральной части Западной Сибири по данным литолого-палеонтологического изучения керна и ГИС // Геология нефти и газа. 2016. № 6. С. 22–34.

Решение 6-го межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложения Западной Сибири. Новосибирск, 2003. 148 с.

Стенон Н. О твердом, естественно содержащемся в твердом. М.: Изд-во АН СССР, 1957. 158 с.

Тевелев Ал. В. Структурная геология и геологическое картирование: Курс лекций: Учебно-методическое пособие. Тверь: ГЕРС, 2012. 292 с.

Тевелев Арк. В. Сдвиговая тектоника. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2005. 254 с.

Хотылев О.В., Гатовский Ю.А., Балушкина Н.С. и др. Модели седиментации баженской высокоуглеродистой формации в зоне развития тутлеймской и баженской

Подобное суждение о более молодом возрасте песчаных тел в аномальных разрезах БС ранее было высказано в работе [Панченко и др., 2020], но на примерах других отложений из центральной части ЗС.

свит // Георесурсы. 2021. Т. 23, № 2. С. 120–131. URL: <https://doi.org/10.18599/grs.2021.2.11>.

Ясович Г.С. Перспективы нефтегазоносности зон развития аномальных разрезов баженской свиты Среднего Приобья // Геолого-геохимические условия формирования зон нефте- и газонакопления в мезозойских отложениях Западной Сибири. Тюмень, 1979. С. 132–135.

Ясович Г.С. Перспективы нефтегазоносности зон развития аномальных разрезов баженской свиты Среднего Приобья // Труды ЗапСибНИГНИ. Вып. 166. Тюмень, 1981. С. 51–60.

Costa L.I., Davey R.J. Dinoflagellate cysts of the Cretaceous System // Powell A.J. A Stratigraphic Index of Dinoflagellate Cysts. British Micropalaeontological Society Publication Series. Chapman & Hall, 1992. P. 99–131.

Davies E.H. The dinoflagellate Oppel-zonation of the Jurassic-Lower Cretaceous sequences in the Sverdrup Basin, arctic Canada // Geological Survey of Canada. Bulletin. 1983. № 359. P. 1–59.

Dickinson W.R. Interpreting detrital modes of greywacke and arkose // J. Sediment. Petrology. 1970. Vol. 40. P. 695–707.

Duxbury S. Berriasian to lower Hauterivian palynostratigraphy, U.K. onshore and Outer Moray Firth // Micropaleontology. 2018. Vol. 64, № 3. P. 171–252.

Duxbury S. Palynological zonation scheme for the Lower Cretaceous // United Kingdom Sector, Central North Sea. N. Jb. Geol. Palaont. Abh., Stuttgart. 2001. Vol. 219. P. 95–137. DOI: 10.1127/njgpa/219/2001/95.

Folk R.L., Ward W. Brazos River bar: a study in significance of grain size parameters // J. Sediment. Petrology. 1957. No. 27. P. 3–26.

Haq B.U., Hardenbol J., Vail P.R. Chronology of Fluctuating Sea Levels Since the Triassic // Science. 1987. Vol. 235. Issue 4793. P. 1156–1167.

McManus J. Grain size determination and interpretation // Tucker M. (ed.) Techniques in Sedimentology. Blackwell Science Publications, 1988. 394 p.

Passega R. Grain size representation by CM pattern as a geological tool // J. Sedimentary Petrology. 1964. Vol. 34, № 4. P. 830–847.

Passega R., Byramjee R. Grain-size image of clastic deposits // Sedimentology. 1969. Vol. 13. P. 233–252.

Ramsay, J.G., Huber, M.I. The techniques of modern structural geology. Vol. 1: Strain Analysis. Vol. 2: Folds and Fractures. London: Academic Press, 1983. 700 p.

Tyson R.V. Sedimentary Organic Matter. Chapman & Hall, 1995. 543 p.

Weston J.F., MacRae R.A., Ascoli P. et al. A revised biostratigraphic and well-log sequence-stratigraphic framework for the Scotian Margin, offshore eastern Canada // Can. J. Earth Sci. 2012. Vol. 49. P. 1417–1462. <https://doi.org/10.1139/e2012-070>.

Статья поступила в редакцию 13.03.2023,
одобрена после рецензирования 22.03.2023,
принята к публикации 22.05.2023