

УДК 551.83

DOI: 10.24930/1681-9004-2023-23-5-785-808

Петрографический состав и источники материала верхнепалеозойских грубообломочных пород Западного Таймыра

С. Б. Шишлов, Е. Ю. Акимова, К. А. Дубкова

Санкт-Петербургский государственный университет, 199034, г. Санкт-Петербург, Университетская набережная, 7-9,
e-mail: sshishlov@mail.ru

Поступила в редакцию 24.04.2023 г., принята к печати 03.05.2023 г.

Объект исследования. Гравелиты и конгломераты верхнего карбона и перми Западного Таймыра. **Цель.** Дать характеристику петрографического состава грубообломочных пород и на этой основе уточнить представления о составе и положении питающей провинции западной части таймырского осадочного бассейна в позднем палеозое. **Материалы и методы.** Выполнен анализ материалов, собранных при послойном изучении разрезов и микроскопическом описании 47 больших прозрачных шлифов с подсчетом псефитовых (более 2 мм) обломков кварцитов, кислых и основных магматических, метаморфических и осадочных пород. Выявленные особенности петрографического состава псефитолитов в сочетании с обобщением опубликованных ранее геодинамических и палеогеографических реконструкций использованы для уточнения модели геологического развития Таймырского складчато-надвигового пояса и сопредельных областей в позднем палеозое. **Результаты.** Установлено, что в разрезах представлены полимиктовые литокластические (83%) и петрокластические (15%) псефитолиты, иногда присутствуют олигомиктовые существенно кварцевые разности (2%). Незначительные изменения во времени состава обломков свидетельствуют о существовании в течение всего позднего палеозоя единого источника обломочного материала, сформировавшего разрезы Западного Таймыра. Показано, что зрелость псефитолитов возрастает с юго-запада на северо-запад и северо-восток. Обнаружены многочисленные обломки фтанитов и лидитов с остатками радиолярий среднего девона – начала раннего карбона, аналоги которых присутствуют в Лемвинской зоне Урала и фундаменте Западной Сибири. **Выводы.** Материал, образующий грубообломочные породы Западного Таймыра, транспортировался рекой на 600–1000 км с расположенных на юго-западе (в современных координатах) складчатых сооружений “Западно-Сибирской суши”, образовавшихся в визейском – серпуховском веках раннего карбона при коллизии Восточно-Европейского, Казахстанского и Сибирского континентальных блоков.

Ключевые слова: Сибирский кратон, каменноугольная система, пермская система, гравелиты, конгломераты, питающая провинция, Западная Сибирь

Petrographic composition and material sources of Upper Paleozoic rough-clastic rocks in Western Taimyr

Sergey B. Shishlov, Ekaterina Yu. Akimova, Ksenia A. Dubkova

St. Petersburg State University, 7-9 Universitetskaya emb., St. Petersburg 199034, Russia, e-mail: sshishlov@mail.ru

Received 24.04.2023, accepted 03.05.2023

Research subject. Gravelites and conglomerates of the Upper Carboniferous and Permian of Western Taimyr. **Aim.** To reveal features of the petrographic composition of coarse clastic rocks and, on this basis, to clarify the ideas about the composition and position of the feeding province of the western part of the Taimyr sedimentary basin in the Late Paleozoic. **Materials and methods.** The analysis of materials collected during a layer-by-layer study of sections and microscopic description of 47 large transparent sections with the count of psephitic (more than 2 mm) fragments of quartzites, felsic and basic igneous, metamorphic and sedimentary rocks was performed. The revealed features of the petrographic composition of psephytoliths, in combination with a generalization of previously published geodynamic and paleogeographic reconstructions, were used to refine the model of the geological development of the Taimyr fold-thrust belt and adjacent

Для цитирования: Шишлов С.Б., Акимова Е.Ю., Дубкова К.А. (2023) Петрографический состав и источники материала верхнепалеозойских грубообломочных пород Западного Таймыра. *Литосфера*, 23(5), 785–808. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-5-785-808>

For citation: Shishlov S.B., Akimova E.Yu., Dubkova K.A. (2023) Petrographic composition and material sources of Upper Paleozoic rough-clastic rocks in Western Taimyr. *Lithosphere (Russia)*, 23(5), 785–808. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-5-785-808>

areas in the Late Paleozoic. *Results.* It was established that the sections contain polymictic lithoclastic (83%) and petroclastic (15%) psephytoliths, with occasional inclusions of oligomictic essentially quartz varieties (2%). Minor changes in the composition of clasts over time indicate the existence of a single source of clastic material during the entire Late Paleozoic, which formed the sections of Western Taimyr. It was shown that the maturity of psephytoliths increases from the southwest to the northwest and northeast. Numerous fragments of phtanites and lydites with remains of radiolarians of the Middle Devonian – early Early Carboniferous were identified, analogs of which are present in the Lemva zone of the Urals and in the basement of Western Siberia. *Conclusions.* The material forming the coarse clastic rocks of Western Taimyr was transported by the river for 600–1000 km from the folded structures of the “West Siberian land” located in the southwest (in modern coordinates), which formed in the Visean–Serpukhovian ages of the Early Carboniferous during the collision of the East - European, Kazakhstan and Siberian continental blocks.

Keywords: *Siberian craton, Carboniferous system, Permian system, gravelstones, conglomerates, feeding province, Western Siberia*

ВВЕДЕНИЕ

Реконструкция позднепалеозойских процессов объединения континентальных масс Лаврентии, Сибири и Балтики в составе Пангеи представляет большой интерес как с научной точки зрения, так и с практической, позволяя понять особенности эволюции континентальных окраин Северного Ледовитого океана и решить многие важные региональные проблемы, такие как формирование нефтегазоносных осадочных бассейнов (Верниковский и др., 2013). Одним из существенных элементов этих построений является анализ особенностей состава и строения верхнепалеозойских терригенных отложений Таймырского складчато-надвигового пояса, сформировавшихся на пассивной окраине Сибирского палеоконтинента (Зоненшайн и др., 1990; Уфлянд и др., 1991; Верниковский, 1996). К настоящему времени опубликованы результаты изучения минералогического, геохимического и изотопного состава песчаников верхнего палеозоя Таймыра, которые дают представление об источниках обломочного материала, геодинамических обстановках времени его накопления и геологических взаимоотношениях крупных тектонических структур (Zhang et al., 2013, 2015; Ershova et al., 2016; Прияткина и др., 2020). При этом нам не удалось найти публикаций, в которых самостоятельным объектом изучения являются позднепалеозойские гравелиты и конгломераты этого региона, несмотря на то, что особенности петрографического состава грубообломочных пород позволяют сделать практически однозначные выводы об источниках ма-

териала, поскольку гравий и гальки представляют собой обломки пород, мобилизованные из относительно близко расположенных областей питания (Кузнецов, 2018).

Целью данной статьи является частичное восполнение указанного пробела. В ней впервые представлена реконструкция состава питающей провинции западной части таймырского палеобассейна, основанная на результатах изучения петрографического состава псефитовых (более 2 мм) обломков гравелитов и конгломератов. Эти породы присутствуют в терригенных разрезах верхнего палеозоя Западного Таймыра в стратиграфическом интервале от верхнего карбона до татарского яруса пермской системы, образуя линзовидные прослои толщиной от первых сантиметров до 1 м или относительно выдержанные слои, мощность которых достигает 5 м.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ

Таймырский складчато-надвиговой пояс состоит из трех тектонических зон – Южно-, Центрально- и Северо-Таймырской, границами которых являются региональные надвиги (рис. 1а). Южно-Таймырскую зону интерпретируют как неопротерозойско-палеозойскую пассивную окраину Сибирского палеоконтинента (Зоненшайн и др., 1990; Уфлянд и др., 1991; Верниковский, 1996). Центрально-Таймырская представляет собой аккреционный пояс, ставший частью Сибири в позднем венде – кембрии (Верниковский и др., 2011). Северо-Таймырскую зону считают окраиной Карской

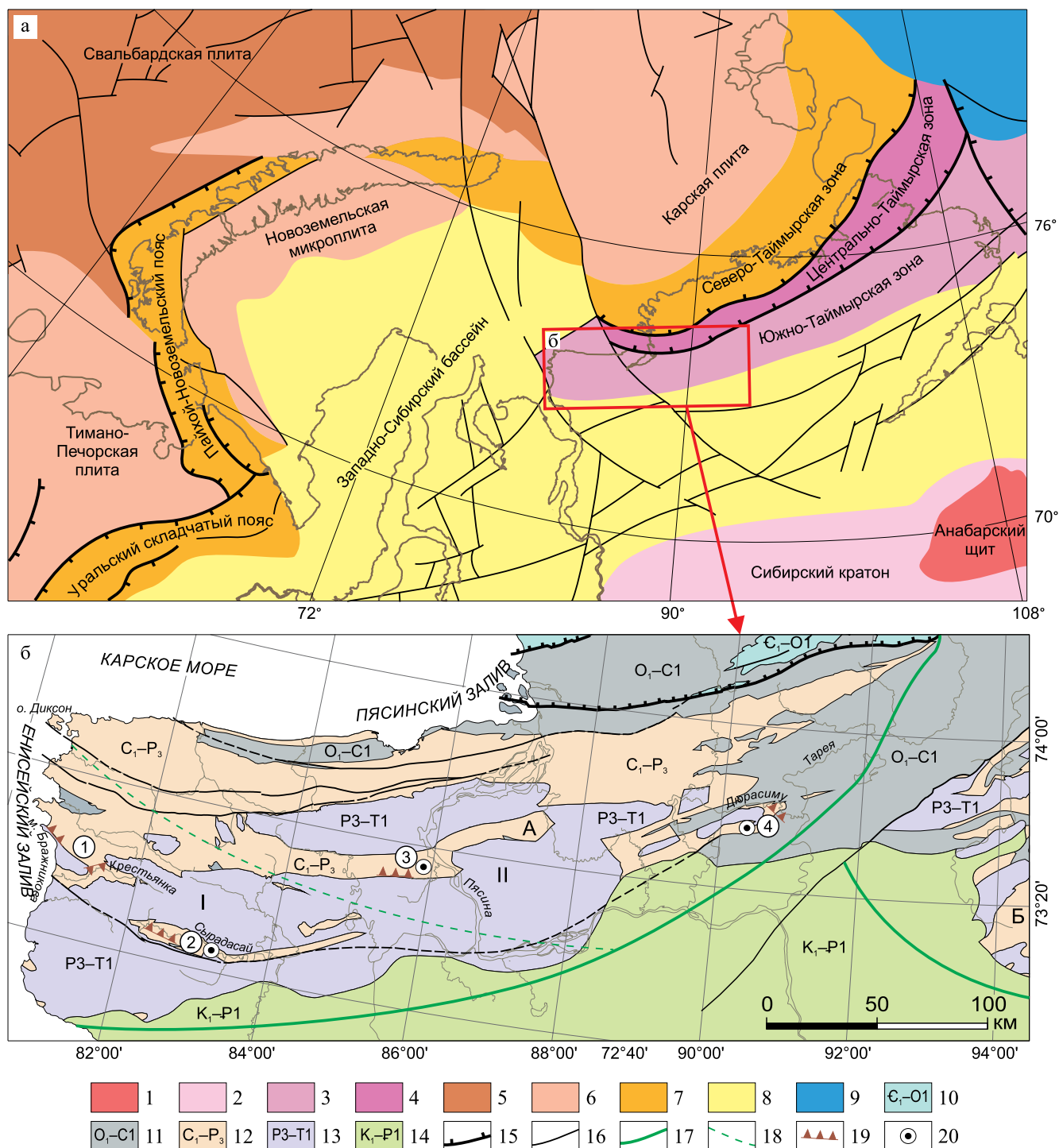


Рис. 1. Тектоническая схема Таймырского складчато-надвигового пояса и сопредельных областей (а) (Верниковский и др., 2013) и геологическая схема Западного Таймыра (б) (Государственная геологическая карта..., 2016, 2020).

1 – докембрийские метаморфические комплексы фундамента; 2, 3 – чехол Сибирского кратона: 2 – недеформированный, 3 – подвергшийся тектоническим деформациям в мезозое; 4 – неопротерозойский аккреционный пояс; 5–7 – литосферные плиты: 5 – с гренвилемским фундаментом, 6 – с позднедокембрийским фундаментом, 7 – подвергшиеся герцинским тектоническим деформациям; 8 – чехол молодых плит; 9 – области океанической коры; 10–14 – структурно-вещественные комплексы: 10 – нижнекембрийско-нижеордовикский карбонатно-терригенный, 11 – нижеордовикско-нижекаменноугольный терригенно-карбонатный, 12 – нижекаменноугольно-верхнепермский терригенный, 13 – верхнепермско-нижнетриасовый туфобазальтовый, 14 – нижнемеловой-нижнепалеогеновый терригенный; 15 – крупнейшие над-

виги; 16 – другие разрывные нарушения; 17 – границы Западно-Таймырского (А) и Восточно-Таймырского (Б) стратиграфических районов верхнего палеозоя; 18 – граница Сырадасайской (I) и Пясинской (II) стратиграфических площадей; 19 – естественные обнажения; 20 – керн скважин. Разрезы (цифры в кружках): 1 – мыс Бражникова, р. Крестьянка; 2 – р. Сырадасай; 3 – р. Пясины; 4 – р. Тарей.

Fig. 1. Tectonic scheme of the Taimyr fold-thrust belt and adjacent areas (a) (Vernikovskiy et al., 2013), and geological scheme of Western Taimyr (б) (Gosudarstvennaya ..., 2016, 2020).

1 – Precambrian metamorphic basement complexes; 2, 3 – cover of the Siberian craton: 2 – not deformed, 3 – subjected to tectonic deformations in the Mesozoic; 4 – Neoproterozoic accretion belt; 5–7 – lithospheric plates: 5 – with Grenville basement, 6 – with Late Precambrian basement, 7 – subjected to Hercynian tectonic deformations; 8 – cover of young slabs; 9 – areas of oceanic crust; 10–14 – structural-material complexes: 10 – Lower Cambrian–Lower Ordovician carbonate-terrigenous, 11 – Lower Ordovician–Lower Carboniferous, terrigenous-carbonate, 12 – Lower Carboniferous–Upper Permian, terrigenous; 13 – Upper Permian–Lower Triassic tuff-basalt, 14 – Lower Cretaceous–Lower Paleogene terrigenous; 15 – the largest thrusts; 16 – other discontinuous violations; 17 – boundaries of the West Taimyr (A) and East Taimyr (B) stratigraphic regions of the Upper Paleozoic; 18 – boundary of the Syrdasay (I) and Pyasin (II) stratigraphic areas; 19 – natural outcrops; 20 – well core. Sections (numbers in circles): 1 – Brazhnikov Cape, r. Krestyanka; 2 – r. Syrdasay; 3 – r. Pyasina; 4 – r. Tareya.

плиты, соединившейся с Сибирским кратоном в результате позднепалеозойской коллизии (Верниковский, 1996; Верниковский и др., 2013). Это событие привело к формированию орогена, надвиганию структур Северного и Центрального Таймыра на юг, юго-восток и образованию передового позднепалеозойского прогиба, результатом заполнения которого является нижнекаменноугольно-верхнепермский терригенный структурно-вещественный комплекс (Верниковский, 1996, 2009; Богданов и др., 1998; Хаин, 2001; Metelkin et al., 2005). Он распространен на площади около 80 000 км² в пределах субширотной вытянутой полосы, протянувшейся от Енисейского залива на западе до моря Лаптевых на востоке.

Псефитолиты, рассматриваемые в настоящей статье, локализируются в разрезах верхнего палеозоя Западно-Таймырского стратиграфического района (см. рис. 1б). Здесь терригенные отложения мощностью от 1–2 км на юго-западе до 5–6 км на севере согласно залегают на известняках нижнего карбона, и с географическим несогласием перекрыты верхнепермско-нижнетриасовыми туфами и базальтами. На западе эта территория граничит с Западно-Сибирской плитой. Северную границу образует Пясино-Фадеевский надвиг, по которому на верхний палеозой надвинуты нижнекембрийско-нижнеордовикский карбонатно-терригенный и нижнеордовикско-нижнекаменноугольный терригенно-карбонатный комплексы Центрально-Таймырской зоны. С востока от Восточно-Таймырского стратиграфического района территория изолирована структурами Тарейского вала, в пределах которого на дневную поверхность выходят породы нижнеордовикско-нижнекаменноугольного терригенно-карбонатного комплекса. Южную границу скрывает мощный чехол мезокайнозойских пород наложенного Енисей-Хатангского прогиба.

Основу региональной стратиграфии верхнего палеозоя Таймыра заложили исследования фораминифер, брахиопод, двустворчатых моллюсков и растительных остатков, которые были выполнены

в середине прошлого века. Они позволили установить макаровский, турузовский, бырангский, соколинский, байкурский и чернойарский горизонты (Шведов и др., 1961). В дальнейшем эта схема уточнялась и детализировалась (Устрицкий, Черняк, 1963; Устрицкий, 1984), но до настоящего времени не утверждена Межведомственным стратиграфическим комитетом. Существенные проблемы ее совершенствования биостратиграфическими методами связаны с полифациальным составом отложений и их латеральной изменчивостью, которые определяют смену экологических комплексов органических остатков. Некоторого прогресса в этом направлении удалось достичь благодаря использованию циклостратиграфических критериев, позволивших показать, что верхнепалеозойский терригенный комплекс Таймыра сформировался в результате семи региональных трансгрессивно-регрессивных циклов седиментации (Шишлов, 2003, 2010). Они, по-видимому, имеют эвстатическую природу и, следовательно, глобальный корреляционный потенциал, поскольку их возрастные аналоги удалось обнаружить в разрезах Печорского (Котляр и др., 2004), Верхоянского (Будников и др., 2007) и Колымо-Омолонского (Кашик, 1990) бассейнов. В течение этих циклов образовались геологические тела мощностью от 100 до 1000 м, которые рассматриваются нами в качестве горизонтов (рис. 2) региональной стратиграфической схемы верхнего палеозоя Таймыра (Шишлов, 2009, 2010); имеют изохронные границы, соответствующие регрессивным максимумам; идентифицируются по положению в разрезе, особенностям латеральных изменений и палеонтологическим остаткам, обеспечивающим их привязку к общей стратиграфической шкале (Шишлов, Вербицкая, 1990; Шишлов, 2003, 2009, 2010). Анализ латеральных изменений горизонтов в пределах Западно-Таймырского стратиграфического района позволил установить Сырадасайскую и Пясинскую площади (см. рис. 1б), для которых обоснованы стратоны местных схем (см. рис. 2). К сожалению, результаты

Рис. 2. Региональная стратиграфическая схема верхнего палеозоя Таймыра (Шишлов, 2009, 2010).

Fig. 2. Regional stratigraphic scheme of the Upper Paleozoic of Taimyr (Shishlov, 2009, 2010).

этих исследований были только отчасти использованы при составлении листов S-44, S-45 и S-46 Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1 : 1000 000 (2016, 2020).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В основу исследования положены материалы, собранные С.Б. Шишловым при описании естественных обнажений и керны скважин верхнего палеозоя Западного Таймыра (см. рис. 16). В пределах этой территории в бассейне р. Крестьянка и на мысе Бражникова изучен разрез перми мощно-

стью 900 м; в районе р. Сырадасай описан полный непрерывный разрез верхнего палеозоя Западного Таймыра мощностью 1300 м; в низовьях р. Пясины составлен разрез перми мощностью 1350 м; в бассейне р. Тарей исследован разрез нижнего карбона, приуральского и биармийского отделов перми мощностью около 900 м. Их корреляция (рис. 3) выполнена с использованием авторской региональной стратиграфической схемы (см. рис. 2).

При изучении перечисленных выше разрезов Западного Таймыра были отобраны 47 образцов гравелитов и конгломератов (см. рис. 3): 1 образец из турузовского горизонта верхнего карбо-

Fig. 3. Correlation of sections of the Upper Paleozoic of Western Taimyr.

1–7 – rocks: 1 – tuffs and basalts, 2 – gravelstones and conglomerates, 3 – sandstones, 4 – alternating sandstones, siltstones, and mudstones, 5 – siltstones and mudstones, 6 – coals, 7 – limestones; 8 – curve of sea level fluctuations; 9 – transgressive maximum; 10 – regressive maximum; 11 – places of sampling and their numbers.

на (р. Сырадасай); 11 образцов из быррангского и 11 образцов из соколинского горизонтов приуральского отдела перми (реки Сырадасай, Тарей); 12 образцов из байкурского горизонта приуральского – биармийского отделов перми (реки Крестьянка, Сырадасай, Тарей); 9 образцов из ледянского горизонта биармийского – татарского отделов перми (реки Крестьянка, Сырадасай, Пясины); 3 образца из куликовского горизонта татарского отдела перми (мыс Бражникова).

Из этих образцов в шлифовальной мастерской Всероссийского научно-исследовательского геологического института им. А.П. Карпинского (ВСЕГЕИ) были изготовлены большие прозрачные шлифы площадью от 10 до 25 см². Их описание, сопровождавшееся подсчетом всех представленных в шлифе псефитовых (более 2 мм) обломков кварцитов, кислых и основных магматических, метаморфических и осадочных пород, осуществлено на микроскопе Leica DM750P со шлифоводителем. Фотографирование гравия и галек выполнено на микроскопе Leica DM4500P с микропозиционным столиком (оборудование ресурсного центра “Рентгенодифракционные методы исследования” Научного парка Санкт-Петербургского государственного университета).

При обработке полученных результатов использованы петрографическая классификация псефитолитов (Шванов и др., 1998) и треугольная диаграмма, отражающая соотношение обломков кварцитов, магматических пород, метаморфических и осадочных пород, прообразом которой стала схема В.Д. Шутова, разработанная для разделения граувачковых песчаников на петрографические виды (Шутов, 1967).

РЕЗУЛЬТАТЫ

В разрезах верхнего палеозоя Западного Таймыра (см. рис. 3) присутствуют гравелиты (диаметр гравия 2–10 мм), мелкогалечные (диаметр галек 10–25 мм) и крупногалечные (диаметр галек 25–50 мм) конгломераты, которые установлены в интервалах разрезов, сложенных дельтовыми и речными отложениями (Шишлов, 2009, 2010; Шишлов, Дубкова, 2021).

Дельтовый генезис имеют слои песчаников мощностью до 10 м, отличающиеся увеличением размера обломков от подошвы к кровле (Дельты..., 1979; Селли, 1989; Обстановки..., 1990). У основания локализуются тонкозернистые разности с текстурами оползания. Выше их постепенно сменяют

мелко- и среднезернистые песчаники с косой разнонаправленной слойчатостью, содержащие остатки наземных растений, морского и эвригалинного бентоса. В прикровельной части присутствуют гравелиты, образующие линзовидные прослои толщиной до 0.5 м. Формирование таких слоев обычно связывают с миграцией приустьевых баров при выдвигании фронта дельты к центру морского бассейна, что приводило к обмелению акватории и росту гидродинамики. Иногда на этих отложениях с эрозионным врезом залегают слои мощностью до 5 м, приподошвенную часть которых (до 1 м) образуют мелкогалечные конгломераты и гравелиты. Кверху их сменяют песчаники, от крупнозернистых внизу до мелкозернистых у кровли. Изменения гранулометрического состава и ориентировка уплощенных галек намечают косую разнонаправленную слойчатость. Такие осадки, по-видимому, накапливались в дельтовых протоках.

Речным аллювием можно считать породные ассоциации мощностью до 15 м, имеющие эрозионное основание и ярко выраженный приподошвенный гранулометрический максимум (Буш, 1977; Рейнек, Сингх, 1981; Селли, 1989; Обстановки..., 1990). Их нижнюю часть толщиной до 5 м образуют средне- и мелкогалечные конгломераты, которые кверху сменяют гравелиты. Выше залегают песчаники, от крупнозернистых внизу до мелкозернистых вверху. Ориентировка уплощенных галек и крупного углефицированного растительного детрита намечает косую однонаправленную слойчатость. Такие отложения могли накапливаться за счет осадения материала, влекомого пресным однонаправленным потоком, динамика которого постепенно снижалась из-за миграции речного русла. Их перекрывают волнистые чередования песчаников разномзернистых и глинистых алевролитов, которые, вероятно, формировались в пойме во время половодий. У кровли таких последовательностей часто присутствуют горизонты палеопочв, сложенные глинистыми алевролитами с зеленоватым или буроватым оттенком, комковатой отдельностью, остатками корневых систем, и слои угля – результат заболачивания стариц.

При изучении псефитолитов в шлифах установлено, что гравий обычно полуокатан, а гальки, как правило, окатаны хорошо и имеют сферическую форму. Промежутки между псефитовыми компонентами заполнены разномзернистым песчаным, реже песчано-глинистым матриксом. Цемент пленочный и поровый глинисто-гидрофлюидный, иногда с выделениями сидерита. Согласно приня-

той классификации (Шванов и др., 1998), гравелиты являются среднесортированными идиолитическими породами, в которых гравия более 50%, а конгломераты следует относить к плохосортированным гравийно-галечным микститам с долей галек от 10 до 50%.

В гравелитах и конгломератах обнаружены псефитовые обломки кварцитов, магматических, метаморфических и осадочных пород.

Кварциты (рис. 4) более чем на 90% сложены кварцем. Их структура мелко- и средне- (см. рис. 4д, е), реже – крупнозернистая (см. рис. 4а–г), обычно равномерно-, иногда разномасштабная (см. рис. 4в, г, ж, з). Присутствуют единичные мелкие включения полевых шпатов, карбонатов, мусковита и непрозрачных рудных минералов. Текстура, как правило, массивная (см. рис. 4а, б, д, е) или полосчатая (см. рис. 4в, г, ж, з). Часто присутствуют тонкие трещины, залеченные кварцем и кальцитом.

Магматические породы представлены обломками кислого и основного составов.

Среди кислых пород (рис. 5) установлены плутонические и вулканические разности. Обломки плутонических пород – гранитоидов (см. рис. 5а–г) – образованы кварцем, плагиоклазом и калиевым полевым шпатом. Полевые шпаты идиоморфные, обычно сильно пелитизированы. В незначительных количествах представлены мусковит, реже биотит, кальцит и доломит, непрозрачные рудные минералы. Присутствуют гнезда и прожилки хлорита и серпентина, которые, вероятно, образовались в результате разложения темноцветных минералов. Структура полнокристаллическая, мелко-среднезернистая, неравномернозернистая, гипидиоморфнозернистая. Закономерные срастания кварца и плагиоклаза образуют гранофировую структуру (см. рис. 5а–г). Текстура, как правило, массивная. Характерны тонкие трещины, залеченные кварцем или кальцитом.

Фрагменты кислых вулканитов (см. рис. 5д–з) имеют неполнокристаллическую структуру (порфировую, гиалопилитовую), содержат крупные вкрапленники идиоморфного плагиоклаза, обычно сильно пелитизированные. Основная масса тонкозернистая кварц-полевошпатовая (см. рис. 5д, е) или скрытокристаллическая (см. рис. 5ж, з), сложенная вулканическим стеклом и микролитом с кварцем и полевыми шпатами. В небольшом количестве присутствуют вторичные минералы – гнезда серпентина, кристаллы доломита, карбонатные и кварцевые жилки (см. рис. 5д, е). Текстура однородная, реже флюидальная.

Обломки основных вулканических пород (рис. 6) содержат таблитчатые (см. рис. 6а–г, ж, з) и игольчатые (см. рис. 6д, е) лейсты идиоморфных плагиоклазов. Темно-серая, бурая, иногда почти черная скрытокристаллическая основная масса об-

разована вулканическим стеклом и микролитом (плагиоклаз?). Присутствует небольшое количество непрозрачных рудных минералов (см. рис. 6ж, з). Гнезда вторичного серпентина (см. рис. 6ж, з), по-видимому, являются продуктами замещения оливина и пироксенов. Выделения карбонатов (см. рис. 6в, г), вероятно, связаны с разрушением основных плагиоклазов. Структура неполнокристаллическая – порфировая (см. рис. 6а–г), гиалопилитовая (см. рис. 6д, е), афировая (см. рис. 6ж, з). Текстура однородная, реже флюидальная. Тонкие трещины залечены кварцем (см. рис. 6а, б, д, е). Вероятно, это преимущественно обломки эффузивов (плагиобазальтов), но не исключено, что среди них есть и долериты.

Метаморфические породы представлены фрагментами мусковитовых сланцев (рис. 7), которые состоят из кварца и мусковита, содержат единичные зерна биотита, апатита и рудных минералов. Структура мелко-среднезернистая или неравномернозернистая, лепидогранобластовая. Текстура ориентированная, сланцеватая, иногда полосчатая. Присутствуют тонкие трещины, заполненные глинистым материалом (см. рис. 7а).

Осадочные породы. Более 90% обломков этой группы образуют кремниевые породы – силициты (рис. 8). Они имеют кварц-халцедоновый состав, криптокристаллическую структуру, содержат выполненные халцедоном остатки скелетов радиолярий (см. рис. 8а, б, д, е), реже раковины мелких гастропод, ветвистые мшанки (см. рис. 8в, г) и спикулы кремниевых губок (см. рис. 8д, е). Иногда присутствуют кристаллы доломита (см. рис. 8в, г). Полосчатую текстуру намечают изменения количества радиолярий и примеси органического вещества (см. рис. 8а, б). Характерны тонкие разнонаправленные трещины, залеченные кварцем (см. рис. 8а, б, д, е). Светло-серые и светло-бурые обломки (см. рис. 8а, б) следует называть фтанитами, а темно-бурые разности с высокими содержаниями тонкодисперсного органического вещества и глинистого материала (см. рис. 8в–е) относить к лидитам (Шванов и др., 1998). Обломки халцедона со сфероагрегатной структурой (см. рис. 8ж, з), по-видимому, являются фрагментами кремневых конкреций.

Кроме силицитов, присутствуют единичные фрагменты песчаников (рис. 9), известняков, сидеритов и углей, которые вместе составляют менее 10% обломков осадочных пород. Большинство из них, вероятнее всего, являются интракластами – продуктами размыва накопившихся ранее отложений рассматриваемого палеобассейна.

Ранее во фтанитах и лидитах из пермских конгломератов Западного Таймыра В.С. Руденко определила радиолярии: *Entactinosphaera* cf. *Cancellicula* Foreman, *E. inusitata* (?) Foreman, *E. cf. echinate* (Hinde), *E. variacanthina* Foreman, *E. cf. histricosa*

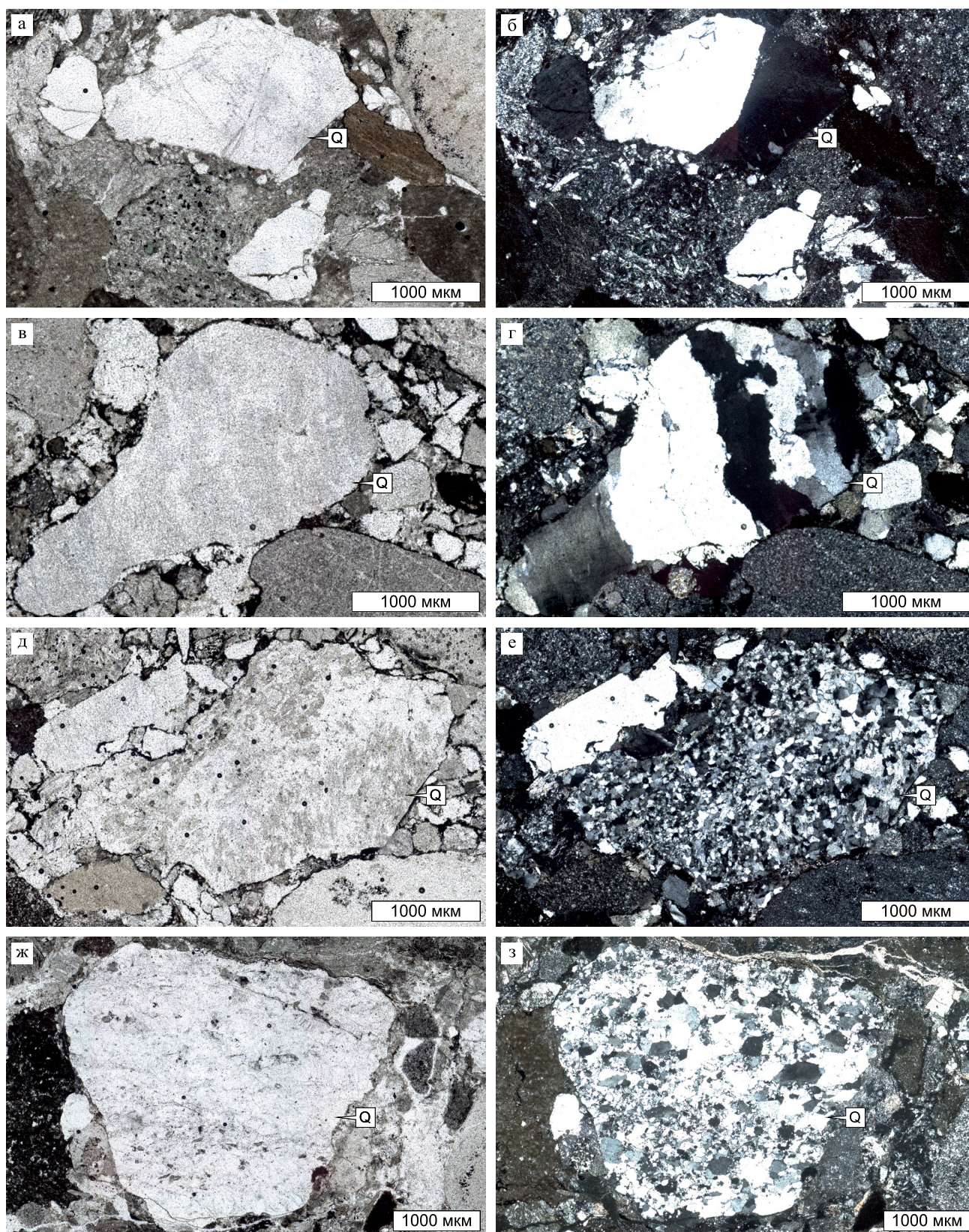


Рис. 4. Обломки кварцитов (Q) из пермских гравелитов (а–е) и конгломератов (ж, з) р. Сырадасай.

а, б – кварцит крупнозернистый массивный, шлиф С31, макаревичская свита; в, г – кварцит крупнозернистый с полосчатой текстурой, шлиф С8, ефремовская свита; д, е – кварцит среднезернистый массивный, шлиф С8, ефремовская свита; ж, з – кварцит мелкозернистый массивный, шлиф С8, ефремовская свита.

та; ж, з – кварцит разнозернистый с полосчатой текстурой, шлиф C25, крестьянская свита. Здесь и на рис. 5–9 фотографии слева – без анализатора, справа – с анализатором.

Fig. 4. Quartzite fragments (Q) from Permian gravelstones (a–e) and conglomerates (ж, з) Syradasay.

a, б – coarse-grained massive quartzite, thin section C31, Makarevichskaya sequence; в, г – coarse-grained quartzite with a banded structure, section C8, Efremovskaya sequence; д, е – medium-grained massive quartzite, section C8, Efremovskaya sequence; ж, з – uneven-grained quartzite with a banded structure, section C25, Krestyanka sequence. Here and in Fig. 5–9 photos on the left – without the analyzer, on the right – with the analyzer.

Foreman, *E. cf. esostrogula* Foreman, *E. euthlasta* (?) Foreman, *E. cf. aitpaiensis* Nazarov, *E. aff. grandis* Nazarov, *E. conglobate* (?) Nazarov, *Spongontactinia* aff. *Riedeli* (Foreman), *Polyentactinia* sp., *Entactinia* cf. *comphorhips* Foreman, *Copicyntra* sp., *Sophontactinia* (?) *somphozona* (Foreman) (Шишлов, Руденко, 1991). Установлено, что в обломках из разных стратиграфических интервалов представлена единая ассоциация радиоларий. Повсеместно присутствующие многочисленные экземпляры *Entactinosphaera* с внутренней сферой и внешней двуслойной оболочкой характерны для среднего – верхнего девона, а представители рода *Copicyntra* с четырьмя и пятью оболочками появляются только в начале карбона (Шишлов, Руденко, 1991). Тогда можно считать, что накопление фтанитов и лидитов в морских абиссальных обстановках происходило во временном интервале от среднего девона до раннего карбона.

Результаты подсчета рассмотренных компонентов представлены в табл. 1 и проиллюстрированы треугольными диаграммами (рис. 10), которые по количественному соотношению псефитовых обломков кварцитов, магматических, метаморфических и осадочных пород обеспечивают идентификацию основных петрографических групп псефитолитов (Шванов и др., 1998). Из 47 фигуративных точек составов (см. рис. 10а) в поле полимиктовых литокластических псефитолитов попадают 39 (83%), к полимиктовым петрокластическим псефитолитам относятся 7 (15%), и только 1 (2%) оказалась в области олигомиктовых существенно кварцевых псефитолитов. Среднее содержание породообразующих компонентов в рассматриваемой выборке, %: кварциты – 48; кислые (5) и основные (4) магматические породы – 9; метаморфические (4) и осадочные (39) породы – 43.

На рис. 11 показаны изменения состава псефитолитов в разрезах. Здесь видны циклические вариации, которые можно связать с региональными трансгрессивно-регрессивными фазами седиментации. Конгломераты и гравелиты, сформировавшиеся во время региональных регрессий, содержат больше малоустойчивых к транспортировке обломков магматических пород (см. рис. 3, 11). Именно в регрессивных интервалах разрезов локализуются полимиктовые петрокластические псефитолиты: шлиф C5 – быррангская регрессия, шлифы C30, C31 – ледянская регрессия. Наибольшим

разнообразием петрографического состава отличаются гравелиты и конгломераты соколинского горизонта (см. рис. 11), среди которых присутствуют петрокластические псефитолиты (шлифы C14, C15, C18 и T4). Эти породы накапливались во время глобальной кунгурской регрессии (Котляр и др., 2004), которая привела к самому значительному обмелению позднепалеозойского таймырского бассейна за всю историю его развития (Шишлов, Дубкова, 2021).

Петрографический состав грубообломочных пород речного и дельтового генезиса близок, но слабые признаки большей зрелости последних, связанные с удлинением путей транспортировки, удастся выявить по средним содержаниям обломков кварцитов в разрезе р. Сырадасай (см. рис. 11). У речных отложений (шлифы C5–C31) их доля составляет 49%, а у дельтовых (шлифы C1–C4) – достигает 60%.

Для определения направления перемещения терригенного материала выполнено сравнение средних содержаний наименее устойчивых обломков магматических пород в псефитолитах изохронных стратиграфических интервалов (см. рис. 11). В соколинском горизонте: р. Сырадасай (шлифы C12–C18) обломков магматических пород – 16%, р. Тарей (шлифы T2–T5) – 13%; в байкурском горизонте: р. Сырадасай (шлифы C19–C28) – 10%, р. Крестьянка (шлиф K12) – 0%, р. Тарей (шлиф T6) – 0%; в ледянском горизонте: р. Сырадасай (шлифы C29–C31) – 15%, р. Крестьянка (шлифы K2–K5) – 2%, р. Пясины (шлифы П1, П2) – 0%. Таким образом, от разреза р. Сырадасай к северо-западу (разрез р. Крестьянка) и северо-востоку (разрезы рек Пясины и Тарей) можно констатировать сокращение доли обломков магматических пород, т. е. увеличение зрелости гравелитов и конгломератов.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Установленные особенности грубообломочных пород верхнего карбона и перми Западного Таймыра позволяют дополнительно обосновать представленную на рис. 12 модель геологического развития Таймырского складчато-надвигового пояса и сопредельных областей в позднем палеозое, которая базируется на опубликованных ранее геодинамических (Погребницкий, 1971; Filippova et al., 2001; Metelkin et al., 2005; Верниковский и др., 2013;

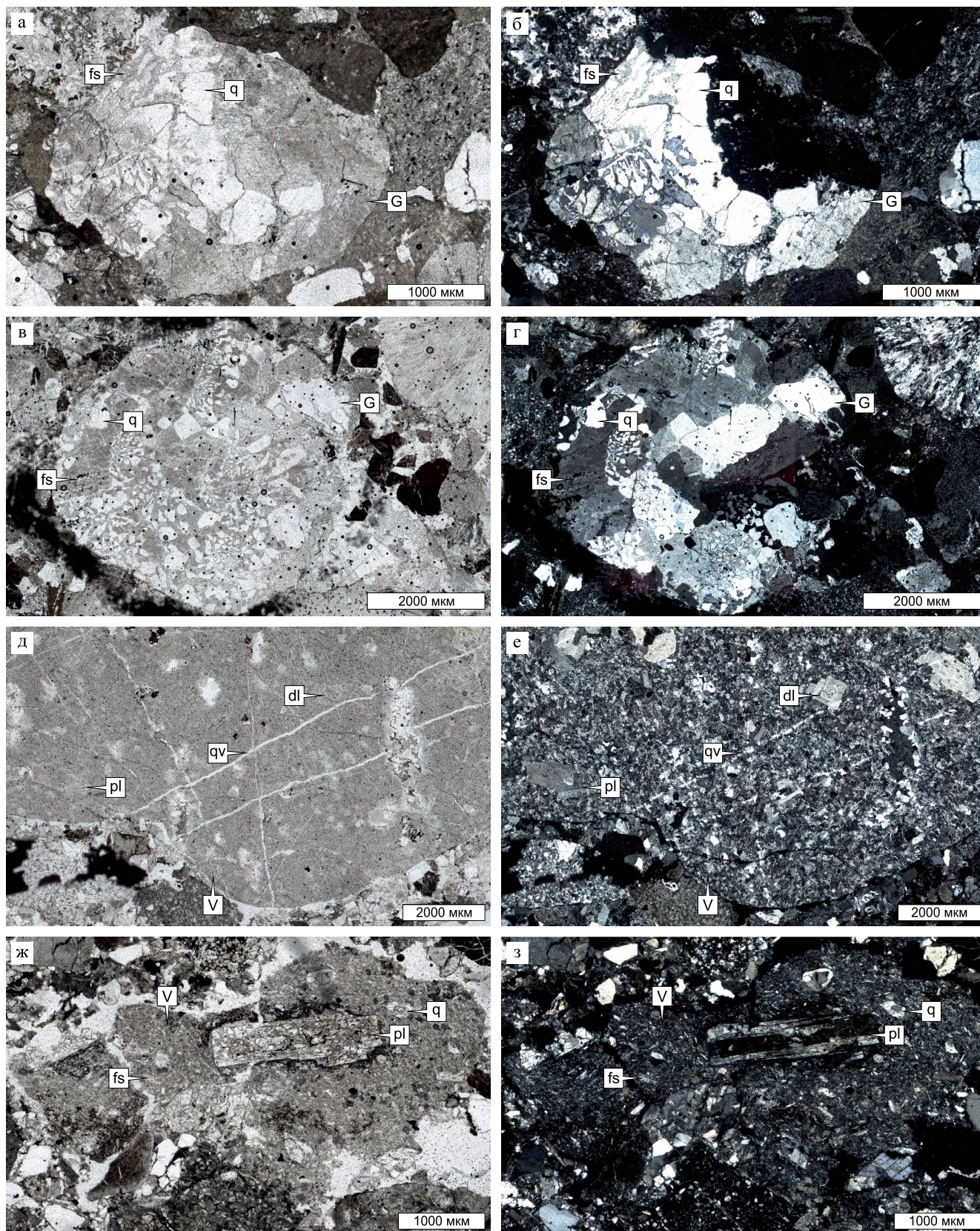


Рис. 5. Обломки кислых plutонических (а–е) и вулканических (ж, з) пород из пермских гравелитов (а, б, ж, з) и конгломератов (в–е) р. Сырадасай.

а, б – гранит (G) с гранофировой структурой, образованной сростками кварца (q) и полевых шпатов (fs), шлиф С31,

макаревичская свита; в, г – гранит (G) с гранофировой структурой, образованной сростками кварца (q) и полевых шпатов (fs), шлиф C16, рогозинская свита; д, е – кислый вулканит (V) с идиоморфными плагиоклазами (pl) в тонкозернистой кварц-полевошпатовой массе, с новообразованными кристаллами доломита (dl) и кварцевыми жилками (qv), шлиф C18, рогозинская свита; ж, з – кислый вулканит (V) с порфировой структурой, в скрытокристаллической массе из вулканического стекла и микролита кварц (q), полевые шпаты (fs) и идиоморфные плагиоклазы (pl), шлиф C8, ефремовская свита.

Fig. 5. Fragments of felsic plutonic (a–e) and volcanic (ж, з) rocks from Permian gravelstones (a, б, ж, з) and conglomerates (в–е) Syradasay.

а, б – гранит (G) with a granophyre texture formed by intergrowths of quartz (q) and pelitized feldspars (fs), section C31, Makarevichskaya sequence; в, г – гранит (G) with granophyre texture formed by intergrowths of quartz (q) and pelitized feldspars (fs), section C16; д, е – felsic volcanic rock (V) with euhedral pelitized plagioclases (pl) in a fine-grained quartz-feldspar mass, with newly formed dolomite crystals (dl) and quartz veins (qv), section C18, Rogozinskaya sequence; ж, з – felsic volcanic rock (V) with a porphyritic texture, in a cryptocrystalline mass of volcanic glass and microlite quartz (q), feldspars (fs), and euhedral pelitized plagioclases (pl), section C8, Efremovskaya sequence.

Zhang et al., 2016; Vernikovskiy et al., 2018) и палеогеографических (Грамберг, 1973; Исаев, 2012; Шишлов, Дубкова, 2021) реконструкциях.

В позднем палеозое накопление терригенных отложений происходило в передовом прогибе, возникшем в результате коллизии Карской плиты и Сибирского кратона (Зоненшайн и др., 1990; Верниковский, 1996, 2009; Богданов и др., 1998; Хайн, 2001; Metelkin et al., 2005; Верниковский и др., 2013). Основным источником поступавшего сюда обломочного материала обычно считают горные сооружения “Карской суши” (Погребницкий, 1971; Верниковский, 1996; Верниковский и др., 2013). Вместе с тем Ю.Е. Погребницкий (1971) и И.С. Грамберг (1973) предполагали существование “Западно-Сибирской суши” – еще одной питающей провинции таймырского палеобассейна. При этом результаты исследований показывают, что терригенный материал псефитолитов Западного Таймыра происходит из одной области сноса, поскольку фигуративные точки состава псефитовых обломков на треугольных диаграммах не образуют изолированных скоплений, и их распределение на разных стратиграфических уровнях принципиально не изменяется (см. рис. 10).

Для рассматриваемых грубообломочных пород характерно присутствие значительного количества обломков фтанитов и лидитов, которые являются океаническими отложениями абиссали и содержат радиолярии среднего девона – начала раннего карбона (Шишлов, Руденко, 1991). Следовательно, в конце ранней – начале поздней эпох каменноугольного периода за счет тектонических деформаций эти породы стали частью горного сооружения, продукты разрушения которого присутствуют уже в псефитолитах верхнего карбона. Поступление таких обломков с “Карской суши” маловероятно, поскольку в пределах Северо-Таймырской тектонической зоны известны только верхнепротерозойские и кембрийские осадочные породы, а на территории Центральной тектонической зоны отложения девона и начала карбона представлены преимущественно карбонатами мелководья (Го-

сударственная геологическая карта..., 2013, 2015, 2016, 2020). Вместе с тем силициты девона – нижнего карбона типичны для Лемвинской зоны Урала и фундамента Западной Сибири (Аристов, Руженцев, 2000; Елкин и др., 2001, 2007; Бочкарев и др., 2003; Воронов, Коркунов, 2003; Иванов и др., 2009; Пучков, 2010). На Полярном Урале это няньворгинская свита (D_3-C_1) – глинисто-кремнистые сланцы, кремни и известняки; черногорская серия (O_2-D_3) – терригенно-кремнистые породы, содержащие фтаниты и радиоляриты; малюдорская свита (D) – спилиты, переслаивающиеся с углито-кремнистыми сланцами, фтанитами и литокластическими туфами. В Западной Сибири установлены куйбышевская толща (D_3) – глинисто-кремнистые сланцы с радиоляриями и эффузивами; чагинская свита (D_3) – окремненные известняки, кремнистые аргиллиты и радиоляриты.

Обломки, образующие псефитолиты Западного Таймыра, транспортировала река, первые признаки которой установлены в верхнекаменноугольной части разреза р. Сырадасай по появлению в туровском горизонте дельтовых песчаников с прослоями гравелитов (см. рис. 2, 11), маркирующих положение береговой линии этого времени. В пермских интервалах всех рассматриваемых разрезов (см. рис. 2, 11) присутствуют речные отложения, что указывает на миграцию береговой линии к северо-востоку¹ (см. рис. 12). О поступлении материала с юго-запада свидетельствуют изменения зрелости грубообломочных пород, которая минимальна в разрезе р. Сырадасай, и увеличивается к северо-западу (р. Крестьянка) и северо-востоку (реки Пясины, Тарей). Существование текущих на северо-восток позднепалеозойских рек подтверждают крупные врезы (палеодолины) на поверхности фундамента Западной Сибири (Исаев, 2010).

Выполненный ранее генетический анализ наиболее представительных разрезов верхнего палеозоя Таймыра (Шишлов, 2010; Шишлов, Дубкова, 2021)

¹ Здесь и далее при описании палеогеографии позднего палеозоя используются современные координаты.

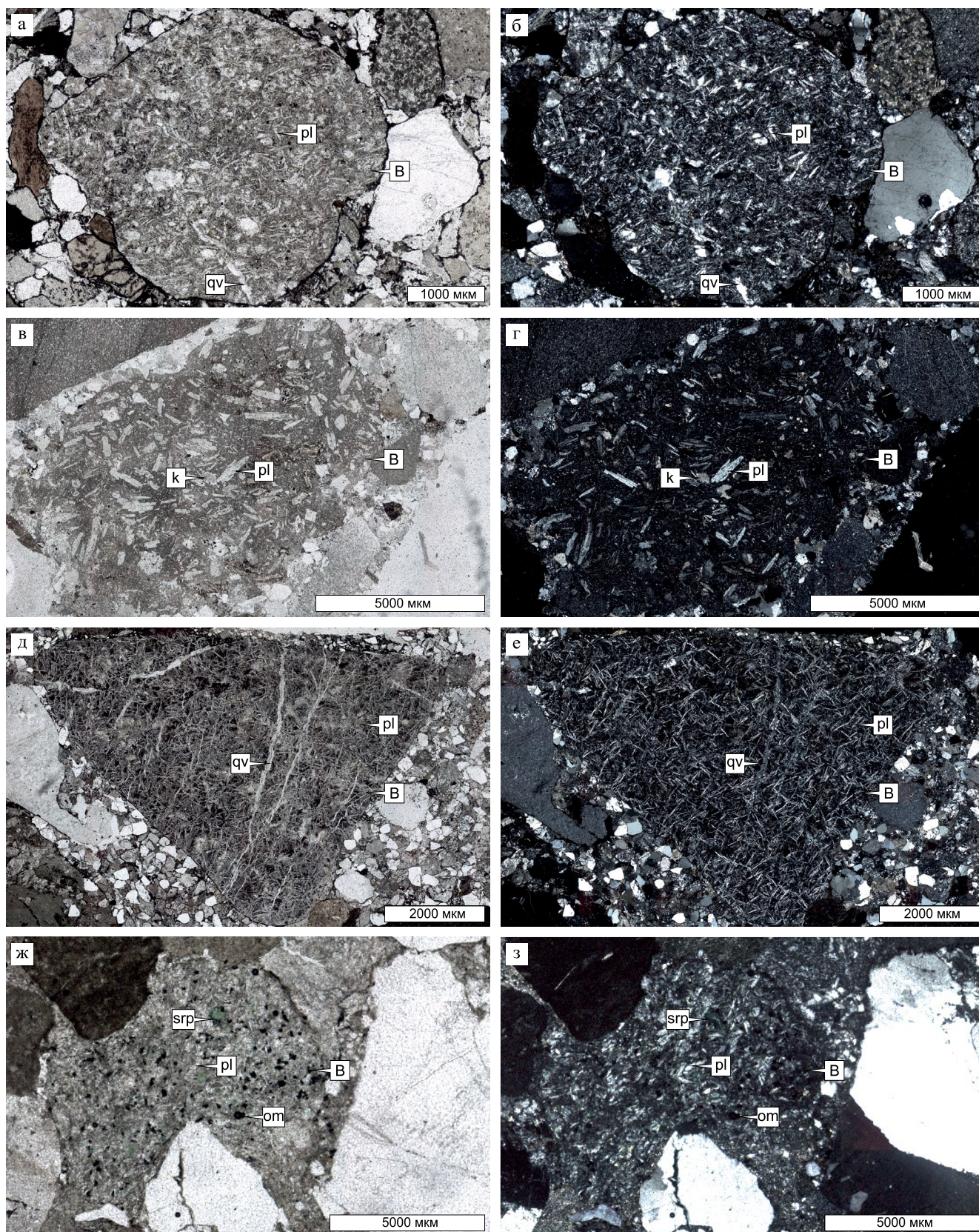


Рис. 6. Обломки основных вулканических пород (В) из пермских конгломератов крестьянской свиты р. Сырадасай.

а, б – плагиобазальт с порфировой структурой, в скрытокристаллической массе таблитчатые лейсты идиоморфных плагиоклазов (pl), присутствуют кварцевые жилки (qv), шлиф С26; в, г – плагиобазальт с порфировой структурой,

в скрытокристаллической массе таблитчатые лейсты идиоморфных плагиоклазов (pl), новообразования карбонатов (k), шлиф C27; д, е – плагиобазальт с гиалопилитовой структурой, в скрытокристаллической массе игольчатые лейсты плагиоклазов (pl), присутствуют кварцевые жилки (qv), шлиф C27; ж, з – плагиобазальт с афировой структурой, в скрытокристаллической массе таблитчатые лейсты плагиоклазов (pl), рудные минералы (om), новообразования серпентина (srp), шлиф C28.

Fig. 6. Fragments of basic volcanic rocks (B) from the Permian conglomerates of the Krestyanka sequence of the river Syradasay.

а, б – плагиобазальт с порфировой текстурой; the cryptocrystalline mass contains tabular laths of euhedral plagioclases (pl); quartz veins (qv) are present; section C26; в, г – плагиобазальт с порфировой текстурой, таблитчатые лейсты идиоморфных плагиоклазов (pl), новообразования карбонатов (k), section C27; д, е – плагиобазальт с гиалопилитовой структурой, в скрытокристаллической массе игольчатые лейсты плагиоклазов (pl), присутствуют кварцевые жилки (qv), section C27; ж, з – плагиобазальт с афировой текстурой; таблитчатые лейсты плагиоклазов в скрытокристаллической массе (pl), рудные минералы (om), новообразования серпентина (srp), section C28.

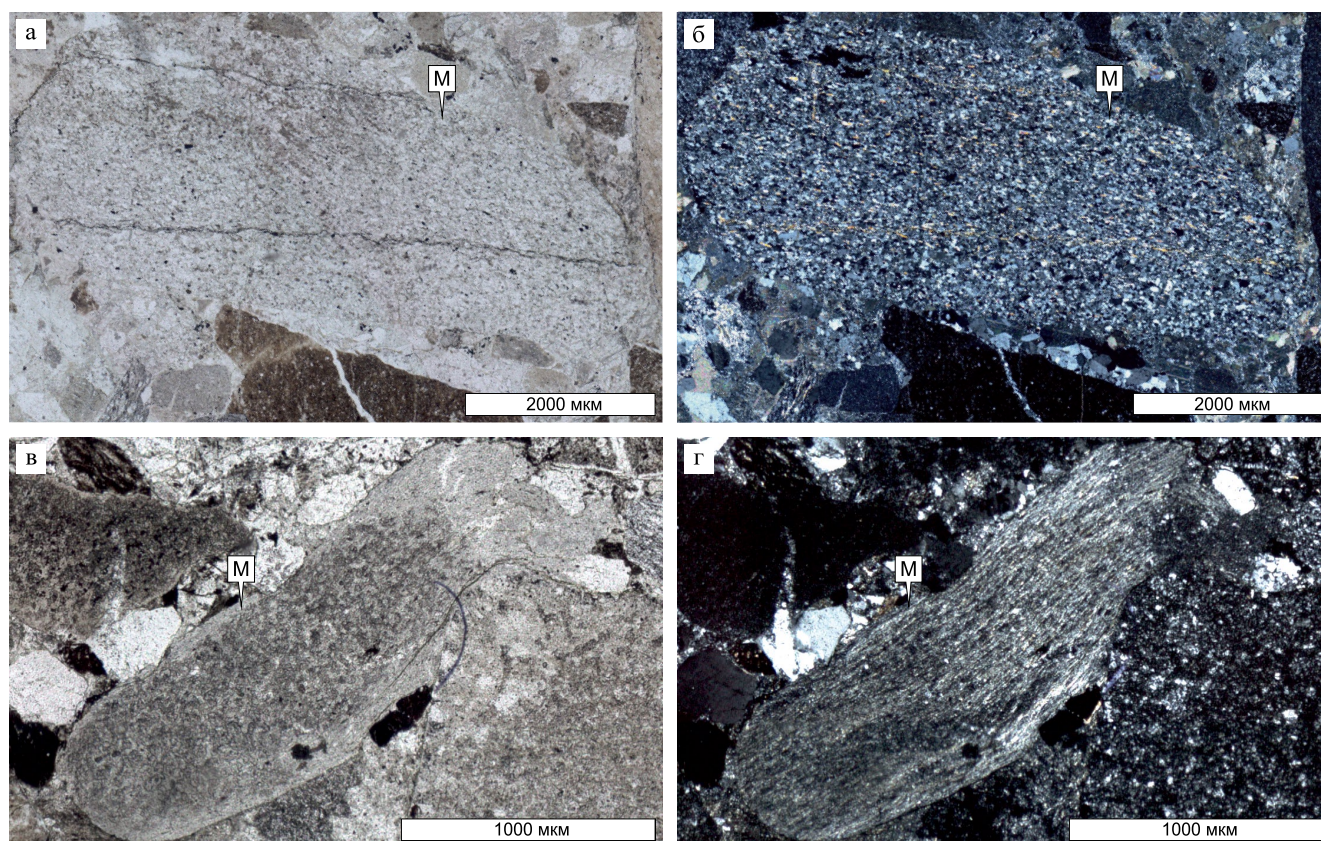


Рис. 7. Обломки мусковитовых сланцев (М) из пермских гравелитов.

а, б – сланец кварцевый мелкозернистый с ориентированной текстурой, намечаемой чешуйками мусковита (m), которые образуют полосчатые скопления, присутствуют тонкие трещины (с), заполненные глинистым материалом, шлиф БЗ, бражниковская свита, мыс Бражникова; в, г – сланец кварцевый тонкозернистый с ориентированной текстурой, намечаемой чешуйками мусковита (m), шлиф КЗ, макаревичская свита, р. Крестьянка.

Fig. 7. Fragments of muscovite schists (M) from Permian gravelstones.

а, б – fine-grained quartz shale with an oriented structure marked by muscovite flakes (m), which form banded accumulations, there are thin cracks (c) filled with clay material, thin section B3, Brazhnikovskaya sequence, Cape Brazhnikov; в, г – fine-grained quartz schist with an oriented structure marked by muscovite flakes (m), thin section K3, Makarevichskaya sequence, r. Krestyanka.

показал, что в начале перми континентальные обстановки осадконакопления располагались на юго-западе таймырского палеобассейна и сменялись

к северо-востоку морскими, вначале мелководными, а затем глубоководными (см. рис. 12а). К концу пермского периода, в результате общей регрессии при

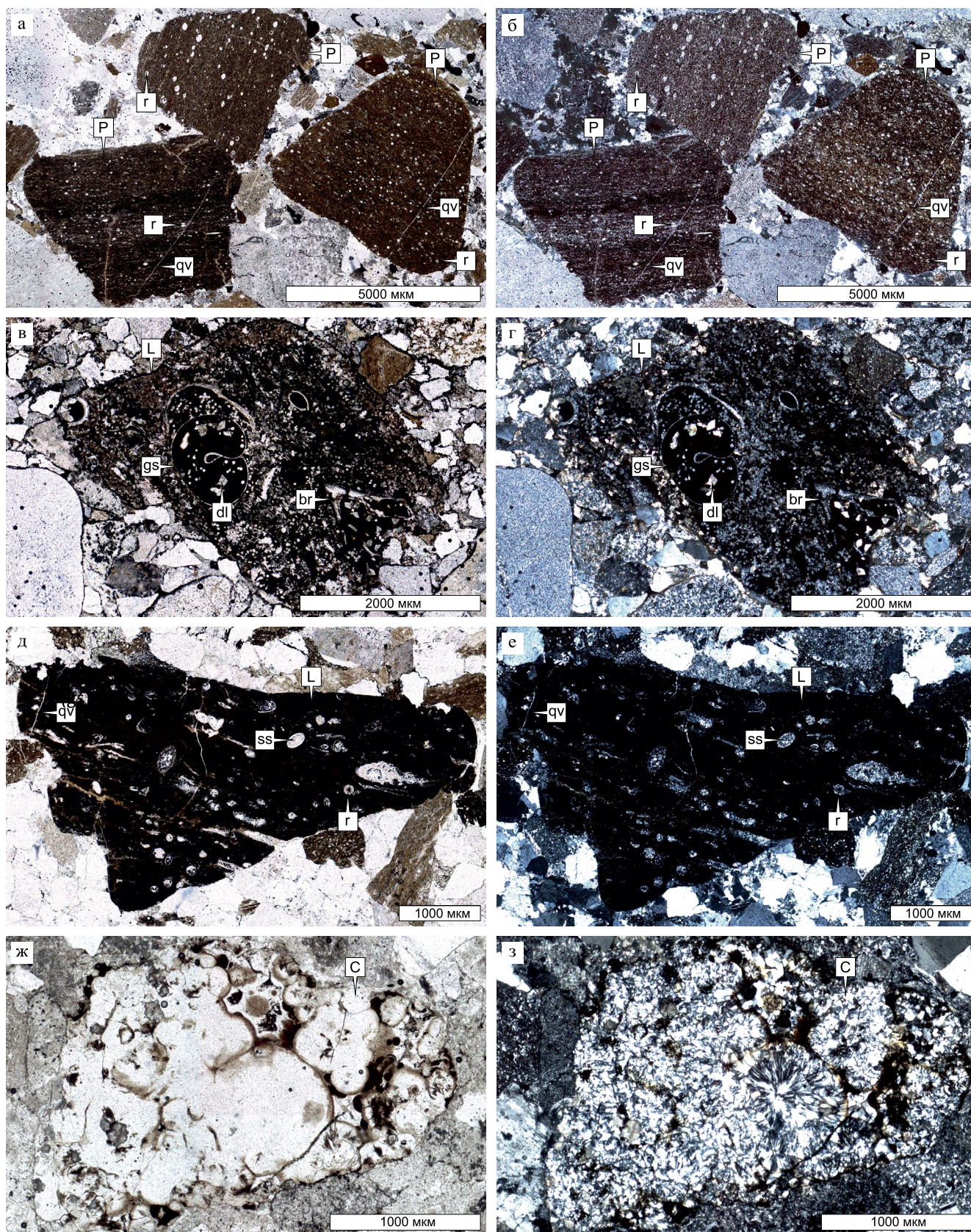


Рис. 8. Обломки силицитов из пермских гравелитов (в, г) и конгломератов (а, б, д–з).

а, б – фтаны (P) с остатками радиоларий (r) и тонкими трещинами, залеченными кварцем (qv), шлиф С19, крестьянская

свита, р. Сырадасай; в, г – лидит (L) с остатками гастропод (gs) и мшанок (br), выделениями доломита (dl), шлиф С8, ефремовская свита, р. Сырадасай; д, е – лидит (L) с остатками радиолярий (r) и спикулами губок (ss), тонкими трещинами, залеченными кварцем (qv), шлиф К2, макаревичская свита, р. Крестьянка; ж, з – халцедон (C) со сфероагрегатной структурой, шлиф С14, рогозинская свита, р. Сырадасай.

Fig. 8. Silicite fragments from Permian gravelstones (в, г) and conglomerates (а, б, д–з).

а, б – phtanites (P) with radiolarian remains (r) and thin cracks healed by quartz (qv), section C19, Krestyanka sequence, r. Syradasay; в, г – lydite (L) with remains of gastropods (gs) and bryozoans (br), dolomite segregations (dl), section C8, Efremovskaya sequence, r. Syradasay; д, е – lydite (L) with radiolarian remains (r) and sponge spicules (ss), thin cracks healed by quartz (qv), thin section K2, Makarevichskaya sequence, r. Krestyanka; ж, з – chalcedony (C) with a spherical aggregate texture, section C14, Rogozinskaya sequence, r. Syradasay.

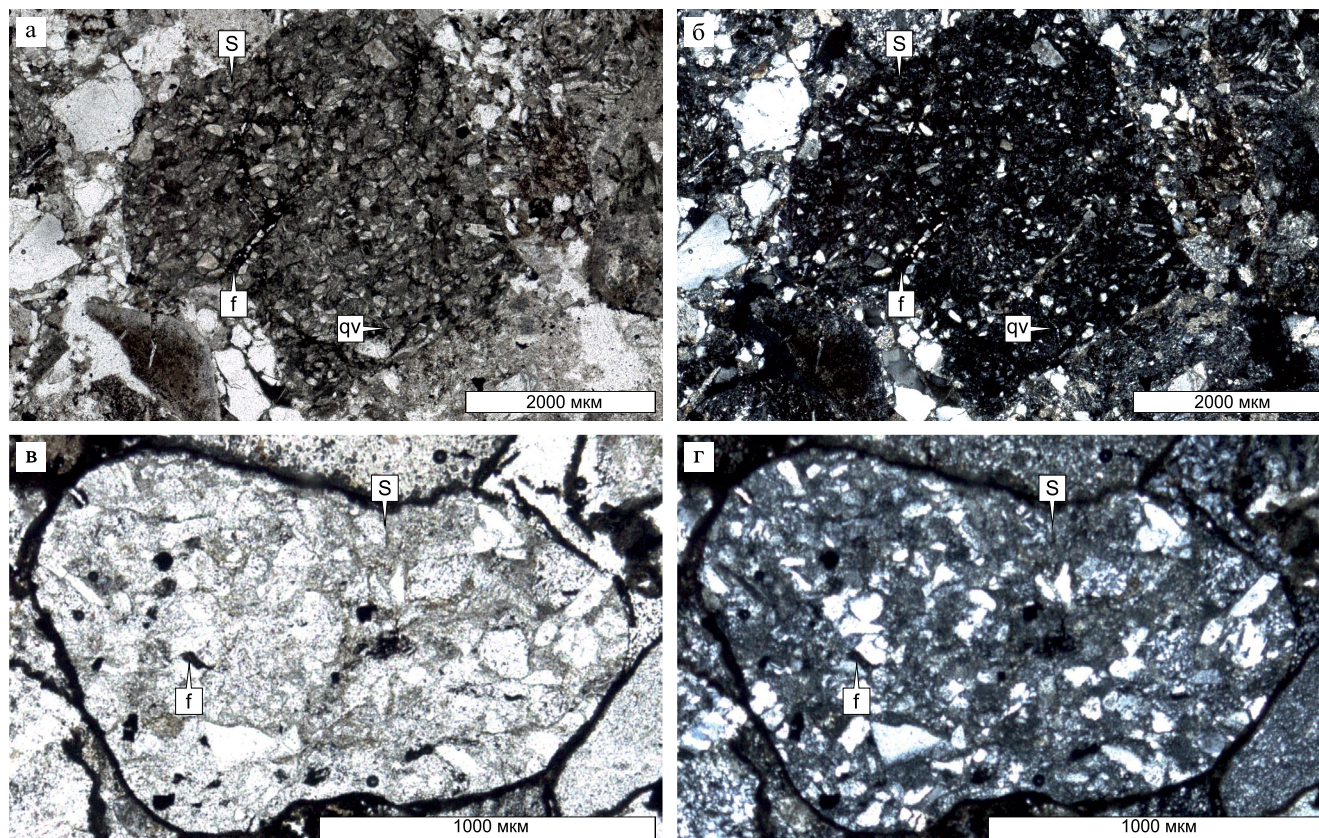


Рис. 9. Обломки песчаников (S) из пермских гравелитов (в, г) и конгломератов (а, б) р. Сырадасай.

а, б – песчаник мелкозернистый с углефицированным растительным детритом (f) и поровым глинистым цементом, присутствуют тонкие трещины, залеченные кварцем (qv), шлиф С26, крестьянская свита; в, г – песчаник среднезернистый с углефицированным растительным детритом (f) и поровым глинистым цементом, шлиф С10, ефремовская свита.

Fig. 9. Sandstone fragments (S) from Permian gravelstones (в, г) and conglomerates (а, б) Syradasay.

а, б – fine-grained sandstone with coalified plant detritus (f) and porous clayey cement; there are thin cracks healed by quartz (qv), thin section C26, Krestyanka sequence; в, г – medium-grained sandstone with coalified plant detritus (f) and porous clayey cement, section C10, Efremovskaya sequence.

сближении Карской плиты и Сибирского кратона, возвышенности “Карской” и “Сибирской суши” на западе разделяла только низменная аккумулятивная равнина, которую к востоку сменяло прибрежное морское мелководье (см. рис. 126). Такая конфигурация бассейна исключает присутствие продуктов

разрушения “Карской суши” в разрезах Западного Таймыра, поскольку они формировались на южном крыле передового прогиба, и поступавшие с севера обломки не могли преодолевать наиболее прогнутую область с морскими и переходными обстановками осадконакопления (см. рис. 12). Материал,

Таблица 1. Петрографический состав псефитовых (более 2 мм) обломков верхнепалеозойских гравелитов и конгломератов Западного Таймыра

Table 1. Petrographic composition of psephytic (more than 2 mm) fragments of Upper Paleozoic gravelstones and conglomerates of Western Taimyr

№ шлифа	Горная порода	Кварциты		Магматические				Метаморфические		Осадочные		Всего	
				кислые		основные							
		шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
Б3	Гравелит	48	59	0	0	0	0	0	0	33	41	81	100
Б2	Конгломерат	25	45	0	0	0	0	0	0	31	55	56	100
Б1	То же	2	4	3	6	0	0	4	7	45	83	54	100
К5	Гравелит	43	26	7	4	0	0	0	0	118	70	168	100
К4	То же	45	36	4	3	5	4	1	1	71	56	126	100
К3	—“—	74	43	1	1	0	0	1	1	94	55	170	100
К2	Конгломерат	54	53	2	2	0	0	11	11	35	34	102	100
К1	Гравелит	24	48	0	0	0	0	0	0	26	52	50	100
С31	То же	49	51	13	14	11	11	2	2	21	22	96	100
С30	—“—	20	67	0	0	6	20	0	0	4	13	30	100
С29	—“—	36	54	0	0	0	0	7	10	24	36	67	100
С28	Конгломерат	1	14	0	0	1	14	2	29	3	43	7	100
С27	То же	6	38	2	12	0	0	3	19	5	31	16	100
С26	—“—	43	57	1	1	9	12	2	2	21	28	76	100
С25	—“—	18	40	3	7	2	4	5	11	17	38	45	100
С24	—“—	7	58	1	8	1	9	0	0	3	25	12	100
С23	—“—	23	49	0	0	11	23	0	0	13	28	47	100
С22	Гравелит	55	57	2	2	4	4	0	0	36	37	97	100
С21	Конгломерат	29	45	1	2	0	0	5	8	29	45	64	100
С20	То же	73	49	0	0	0	0	4	3	70	48	147	100
С19	—“—	41	43	0	0	0	0	3	3	51	54	95	100
С18	—“—	5	46	3	27	1	9	0	0	2	18	11	100
С17	Гравелит	47	45	3	3	5	5	0	0	50	47	105	100
С16	Конгломерат	23	57	4	10	0	0	1	3	12	30	40	100
С15	Гравелит	23	44	15	29	2	4	3	6	9	17	52	100
С14	Конгломерат	38	65	10	17	1	2	0	0	9	16	58	100
С13	То же	8	44	1	6	0	0	2	11	7	39	18	100
С12	Гравелит	15	56	0	0	0	0	3	11	9	33	27	100
С11	Конгломерат	23	44	0	0	3	6	0	0	26	50	52	100
С10	Гравелит	47	51	3	3	2	2	1	1	39	43	92	100
С9	То же	38	47	0	0	3	4	0	0	40	49	81	100
С8	—“—	111	72	1	1	5	3	0	0	38	24	155	100
С7	Конгломерат	24	56	0	0	0	0	0	0	19	44	43	100
С6	То же	19	29	0	0	0	0	0	0	46	72	65	100
С5	—“—	6	67	2	22	0	0	1	11	0	0	9	100
С4	Гравелит	82	70	9	8	8	7	0	0	18	15	117	100
С3	То же	52	46	0	0	3	3	0	0	58	51	113	100
С2	—“—	47	63	0	0	9	12	1	1	18	24	75	100
С1	—“—	65	62	8	8	10	10	0	0	21	20	104	100
П2	Конгломерат	41	53	0	0	0	0	0	0	36	47	77	100
П1	Гравелит	4	25	0	0	0	0	0	0	12	75	16	100
Т6	Конгломерат	35	83	3	7	0	0	0	0	4	10	42	100
Т5	То же	17	43	0	0	0	0	0	0	23	57	40	100
Т4	—“—	8	32	14	56	0	0	0	0	3	12	25	100
Т3	—“—	26	64	0	0	0	0	1	2	14	34	41	100
Т2	—“—	10	38	2	8	0	0	1	4	13	50	26	100
Т1	—“—	7	35	0	0	0	0	2	10	11	55	20	100

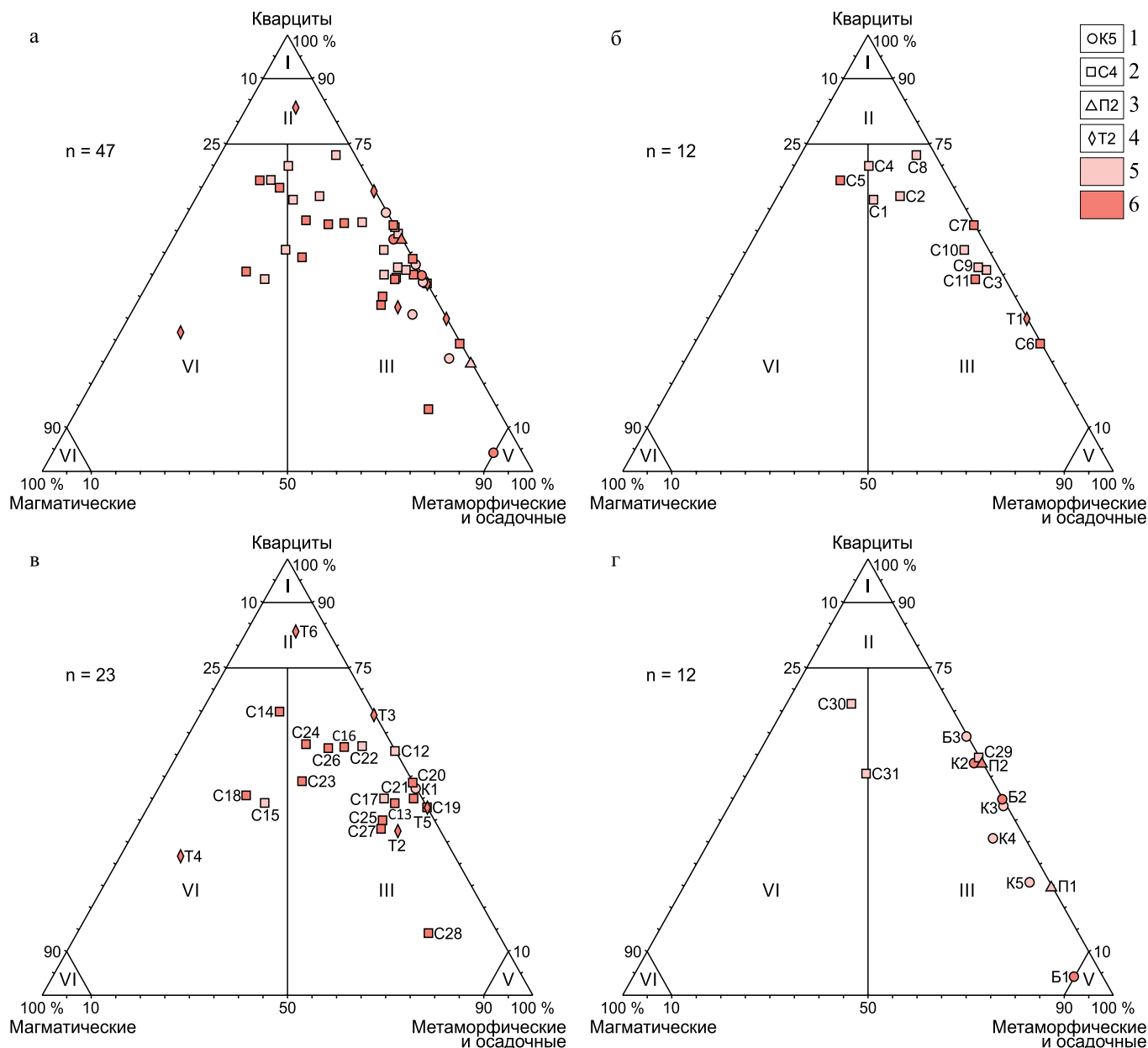


Рис. 10. Петрографический состав псефитовых (более 2 мм) обломков верхнепалеозойских гравелитов и конгломератов Западного Таймыра.

а – вся выборка; б – турузовский и быррангский (верхний карбон – нижняя пермь); в – соколинский и байкурский (нижняя–средняя пермь); г – ледянский и куликовский (средняя – верхняя пермь) горизонты. Поля составов (Шванов и др., 1998): I – мономиктовый кварцевый, II – олигомиктовый существенно кварцевый, III – полимиктовый литокластический, IV – полимиктовый петрокластический, V – мономиктовый литокластический, VI – мономиктовый петрокластический. 1–4 – разрезы и номера шлифов: 1 – мыс Бражникова, р. Крестьянка, 2 – р. Сырадасай, 3 – р. Пясины, 4 – р. Тарей; 5, 6 – горные породы: 5 – гравелиты, 6 – конгломераты. n – количество шлифов, шт.

Fig. 10. Petrographic composition of psephytic (more than 2 mm) clasts of Upper Paleozoic gravelstones and conglomerates of Western Taimyr.

а – the entire sample; б – Turuz and Byrrang (Upper Carboniferous–Lower Permian); в – Sokolinskiy and Baikurskiy (Lower–Middle Permian); г – Ledski and Kulikovskiy (Middle–Upper Permian) horizons. Composition fields (Shvanov et al., 1998): I – monomictic quartz, II – oligomictic essentially quartz, III – polymictic lithoclastic, IV – polymictic petroclastic, V – monomictic lithoclastic, VI – monomictic petroclastic. 1–4 – sections and section numbers: 1 – Cape Brazhnikov, r. Krestyanka; 2 – r. Syradasay; 3 – r. Pyasina; 4 – r. Tareya; 5, 6 – rocks: 5 – gravelstones, 6 – conglomerates. n is the number of sections, pcs.

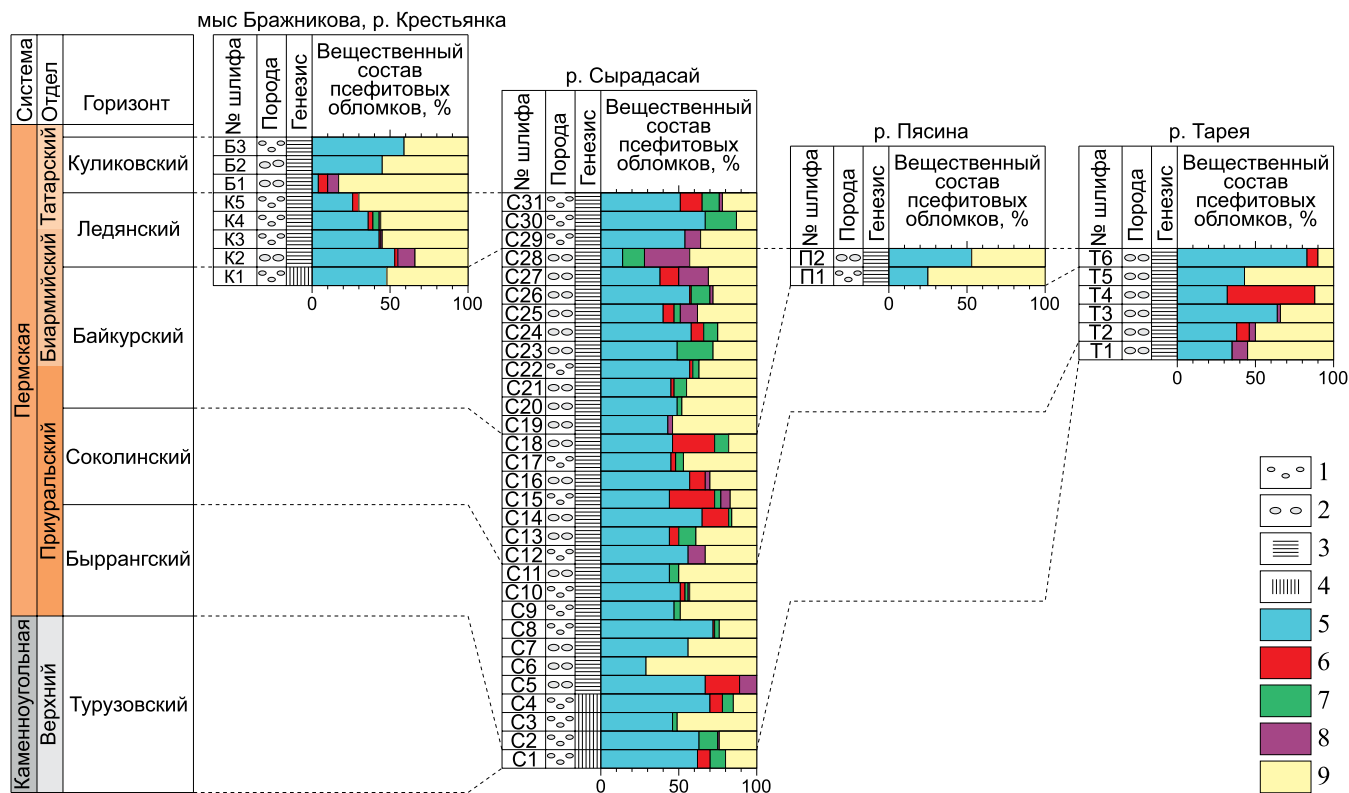


Рис. 11. Изменения петрографического состава псефитовых обломков гравелитов и конгломератов в разрезах верхнего палеозоя Западного Таймыра.

1, 2 – горные породы: 1 – гравелиты, 2 – конгломераты; 3, 4 – генезис отложений: 3 – речной, 4 – дельтовый; 5–9 – состав обломков: 5 – кварциты, 6 – кислые магматические породы, 7 – основные магматические породы, 8 – метаморфические породы, 9 – осадочные породы.

Fig. 11. Changes in the petrographic composition of psephyte clasts of gravelstones and conglomerates in Upper Paleozoic sections of Western Taimyr.

1, 2 – rocks: 1 – gravelstones, 2 – conglomerates; 3, 4 – genesis of sediments: 3 – river, 4 – deltaic; 5–9 – clast composition: 5 – quartzites, 6 – felsic igneous rocks, 7 – basic igneous rocks, 8 – metamorphic rocks, 9 – sedimentary rocks.

мобилизованный с “Карской суши”, по-видимому, накапливался в пределах северного склона прогиба (см. рис. 12). Образовавшиеся из него грубообломочные породы установлены в пермских разрезах Восточного Таймыра, естественных обнажениях района бухты Ледяная оз. Таймыр и бассейна р. Черные Яры (Шишлов, Дубкова, 2021).

В результате U–Pb-датирования детритовых цирконов из верхнекаменноугольных и пермских песчаников Таймыра установлены доминирующие популяции возрастом около 500 и 300 млн лет, которые являются характерной геохронологической меткой Уральского орогена (Zhang et al., 2013, 2015; Ershova et al., 2016; Прияткина и др., 2020).

Итак, имеется достаточно оснований считать, что при формировании разрезов верхнего палеозоя Западного Таймыра источником терригенного материала, транспортируемого речной системой на северо-восток, была “Западно-Сибирская суша”

(см. рис. 12). Существовавшая здесь горная страна (Исаев, 2012) образовалась после закрытия Уральского и Палеоазиатского океанов в результате коллизии Восточно-Европейского, Казахстанского и Сибирского континентальных блоков (Filipova et al., 2001; Пучков, 2010; Бискэ, 2019), которая происходила в визейском – серпуховском веках раннего карбона (Iwata et al., 1997; Filipova et al., 2001; Елкин и др., 2007). В результате возник ороген, в составе которого присутствовали метаморфические комплексы; гранитные плутоны и коагматичные им эффузивы; офиолитовые массивы, сложенные базальтами, параллельными дайками и силицитами абиссали (Аристов, Руженцев, 2000; Веа et al., 2002; Иванов и др., 2009; Пучков, 2010). Такого петрофонда вполне достаточно для формирования гравелитов и конгломератов с установленными особенностями состава. При этом следует принять, что перемещение материала на расстояние от

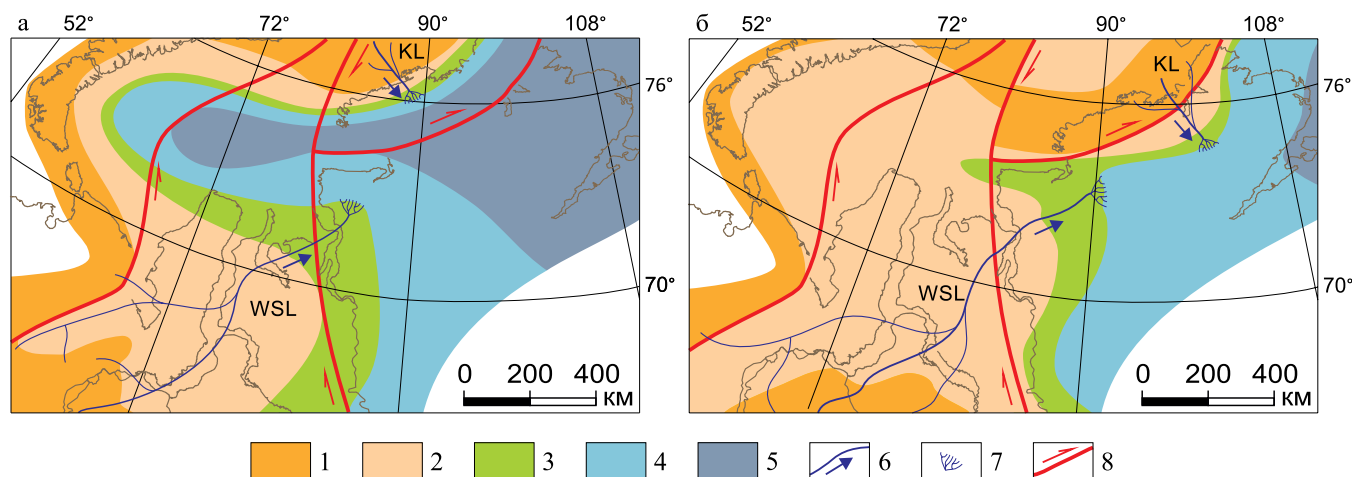


Рис. 12. Палеогеографическая ситуация начала ранней (а) и конца поздней (б) перми в таймырском бассейне осадконакопления и сопредельных областях (в современных координатах).

1–3 суша: 1 – горы, 2 – денудационные равнины, 3 – аккумулятивные равнины; 4, 5 – море: 4 – мелководье, 5 – глубоководье; 6 – речные системы и направления течения; 7 – дельты; 8 – трансформные зоны с указанием кинематики сдвига. KL – “Карская суша”, WSL – “Западно-Сибирская суша”.

Fig. 12. Paleogeographic situation of the beginning of the Early (a) and the end of the Late (б) Permian in the Taimyr sedimentation basin and adjacent areas (in modern coordinates).

1–3 – land: 1 – mountains, 2 – denudation plains, 3 – accumulative plains; 4, 5 – sea: 4 – shallow water, 5 – deep water; 6 – river systems and flow directions; 7 – deltas; 8 – transform zones with indication of shear kinematics. KL – “Kara land”, WSL – “West Siberian land”.

600 до 1000 км (см. рис. 12) приводило к разрушению большинства псефитовых обломков магматических пород и мусковитовых сланцев. Это объясняет абсолютное преобладание в грубообломочных породах Западного Таймыра наиболее устойчивых к транспортировке кварцитов и силицитов, средняя суммарная доля которых составляет более 80%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование позволяет сделать следующие выводы.

1. В разрезах верхнепалеозойских терригенных отложений Западного Таймыра доминируют полимиктовые литокластические (83%) и петрокластические (15%) псефитолиты, иногда присутствуют олигомиктовые существенно кварцевые разности (2%).

2. Источником псефитовых обломков в течение всего позднего палеозоя была питающая провинция, в состав которой входили осадочные (преимущественно силициты среднего девона – раннего карбона), метаморфические (кварциты, мусковитовые сланцы), кислые и основные магматические породы.

3. Обломочный материал, сформировавший верхнепалеозойские разрезы Западного Таймыра, транспортировался рекой на 600–1000 км с расположенных к юго-западу складчатых сооружений

“Западно-Сибирской суши”, которые образовались в визейском – серпуховском веках раннего карбона при коллизии Восточно-Европейского, Казахстанского и Сибирского континентальных блоков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Аристов В.А., Руженцев С.В. (2000) Стратиграфия сланцево-кремнистых и вулканогенно-осадочных отложений палеозоя и история геологического развития Полярного Урала. *Стратиграфия. Геол. корреляция*, **8**(2), 9-19.
- Бискэ Ю.С. (2019) Геология России. СПб.: СПбГУ, 228 с.
- Богданов Н.А., Хаин В.Е., Розен О.М., Шипилов Э.В., Верниковский В.А., Драчев С.С., Костюченко С.Л., Кузьмичев А.Б., Секретов С.Б. (1998) Объяснительная записка к тектонической карте морей Карского и Лаптевых и севера Сибири (масштаб 1 : 2 500 000). М.: ИЛРАН, 127 с.
- Бочкарев В.С., Брехунцов А.М., Дещеня Н.П. (2003) Палеозой и триас Западной Сибири (комплексные исследования). *Геология и геофизика*, **44**(1-2), 120-143.
- Будников И.В., Кутыгин Р.В., Клец А.Г. (2007) Основные этапы седиментогенеза и модель накопления верхнепалеозойских отложений Сибири. *Верхний палеозой России: стратиграфия и палеогеография*. (Под ред. В.В. Силантьева, Г.М. Сунгатуллина). Казань: Изд-во Казанского ун-та, 31-34.
- Буш Д.А. (1977) Стратиграфические ловушки в песчаниках. М.: Мир, 216 с.

- Верниковский В.А. (1996) Геодинамическая эволюция Таймырской складчатой области. Новосибирск: СО РАН, 202 с.
- Верниковский В.А. (2009) Тектоническое строение Таймыро-Североземельского региона и его геодинамическая эволюция. *Геология полярных областей Земли*. (Отв. ред. Ю.В. Карякин). Т. 1. М.: ГЕОС, 90-94.
- Верниковский В.А., Добрецов Н.Л., Метелкин Д.В., Матушкин Н.Ю., Кулаков И.Ю. (2013) Проблемы тектоники и тектонической эволюции Арктики. *Геология и геофизика*, **54**(8), 1083-1107.
- Верниковский В.А., Метелкин Д.В., Верниковская А.Е., Сальникова Е.Б., Ковач В.П., Котов А.Б. (2011) Древнейший островодужный комплекс Таймыра: к вопросу формирования Центрально-Таймырского аккреционного пояса и палеогеодинамических реконструкций в Арктике. *Докл. РАН*, **436**(5), 647-653.
- Воронов В.Н., Коркунов В.К. (2003) Особенности сочленения Уральского складчатого пояса, Пай-Хоя и структур фундамента Западно-Сибирской плиты. *Геология и геофизика*, **44**(1-2), 40-48.
- Государственная геологическая карта Российской Федерации. (2013) Масштаб 1 : 1000 000 (3-е поколение). Л. Т-45–48-м. Челюскин. Карта и объяснительная записка. (Ред. В.Ф. Проскурнин, Б.Г. Лопатин). СПб.: ВСЕГЕИ, 568 с.
- Государственная геологическая карта Российской Федерации. (2015) Масштаб 1 : 1000 000 (3-е поколение). Л. S-47. Оз. Таймыр (западная часть). Карта и объяснительная записка. (Ред. В.Ф. Проскурнин). СПб.: ВСЕГЕИ, 424 с.
- Государственная геологическая карта Российской Федерации. (2016) Масштаб 1 : 1000 000 (3-е поколение). Л. S-46. Тарей. Карта и объяснительная записка. (Ред. Н.Н. Нагайцева). СПб.: ВСЕГЕИ, 490 с.
- Государственная геологическая карта Российской Федерации. (2020) Масштаб 1 : 1000 000 (3-е поколение). Л. S-44. Диксон; S-45. Усть-Тарей. Карта и объяснительная записка. (Ред. Е.А. Гусев, Н.Н. Нагайцева). СПб.: ВСЕГЕИ, 450 с.
- Грамберг И.С. (1973) Палеогидрохимия терригенных толщ (на примере верхнепалеозойских отложений севера Средней Сибири). *Тр. НИИ геологии Арктики*. Т. 173. Л.: Недра, 171 с.
- Дельты – модели для изучения. (1979) (Ред. М. Брусард). М.: Недра, 323 с.
- Елкин Е.А., Краснов В.И., Бахареv Н.К., Белова Е.В., Дубатолов В.Н., Изох Н.Г., Клец А.Г., Конторович А.Э., Перегоедов Л.Г., Сенников Н.В., Тимохина И.Г., Хромых В.Г. (2001) Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Палеозой Западной Сибири. Новосибирск: СО РАН, 163 с.
- Елкин Е.А., Конторович А.Э., Бахареv Н.К., Беляев С.Ю., Варламов А.И., Изох Н.Г., Каныгин А.В., Каштанов В.А., Кирда Н.П., Клец А.Г., Конторович В.А., Краснов В.И., Кригин В.А., Моисеев С.А., Обут О.Т., Сараев С.В., Сенников Н.В., Тищенко В.М., Филиппов Ю.Ф., Хоменко А.В., Хромых В.Г. (2007) Палеозойские фациальные мегазоны в структуре фундамента Западно-Сибирской геосинклизы. *Геология и геофизика*, **48**(6), 633-650.
- Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Натапов Л.М. (1990) Тектоника литосферных плит территории СССР. М.: Недра. Т. 1, 328 с.; Т. 2, 336 с.
- Иванов К.С., Коротеев В.А., Печеркин М.Ф., Федоров Ю.Н., Ерохин Ю.В. (2009) История Геологического развития и строение фундамента западной части Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна. *Геология и геофизика*, **50**(4), 484-501.
- Исаев Г.Д. (2010) Геология и тектоника палеозоя Западно-Сибирской плиты. *Литосфера*, (4), 52-68.
- Исаев Г.Д. (2012) Геологическая, палеогеографическая модели палеозоя Западно-Сибирской плиты и перспективы его нефтегазоносности. *Георесурсы*, (6), 24-30.
- Кашик Д.С. (1990) Циклостратиграфическое расчленение перми Омолонского массива. *Опорный разрез перми Омолонского массива*. (Отв. ред. Д.С. Кашик). Л.: Наука, 96-101.
- Котляр Г.В., Коссовая О.Л., Шишлов С.Б., Журавлев А.В., Пухонто С.К. (2004) Граница отделов перми в разнофациальных отложениях Севера России: событийно-стратиграфический подход. *Стратиграфия. Геол. корреляция*, **12**(5), 29-54.
- Кузнецов В.Г. (2018) Литология. М.: Изд-во Всерос. гос. ун-та нефти и газа, 410 с.
- Обстановки осадконакопления и фации. (1990) (Ред. Х. Рединг). Т. 1. М.: Мир, 352 с.
- Погребницкий Ю.Е. (1971) Палеотектонический анализ Таймырской складчатой системы. *Тр. НИИ геологии Арктики*. Т. 166. Л.: Недра, 248 с.
- Прияткина Н.С., Худолее А.К., Купцова А.В. (2020) Источники сноса неопротерозойских и верхнепалеозойских терригенных комплексов Восточного Таймыра: петрографические, геохимические и геохронологические данные. *Стратиграфия. Геол. корреляция*, **28**(6), 76-91. <https://doi.org/10.31857/S0869592X20060083>
- Пучков В.Н. (2010) Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении). Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 280 с.
- Рейнек Г.-Э., Сингх И.Б. (1981) Обстановки терригенного осадконакопления (с рассмотрением терригенных кластических осадков). М.: Недра, 439 с.
- Селли Р.Ч. (1989) Древние обстановки осадконакопления. М.: Недра, 294 с.
- Устрицкий В.И. (1984) Таймыро-Хатангская провинция. *Тр. ВСЕГЕИ*. Т. 286. Основные черты стратиграфии пермской системы СССР, 123-130.
- Устрицкий В.И., Черняк Г.Е. (1963) Биостратиграфия и брахиоподы верхнего палеозоя Таймыра. *Тр. НИИ геологии Арктики*. Т. 134. Л.: Гостоптехиздат, 140 с.
- Уфлянд А.К., Натапов Л.М., Лопатин В.М., Чернов Д.В. (1991) О тектонической природе Таймыра. *Геотектоника*, (6), 76-93.
- Хаин В.Е. (2001) Тектоника континентов и океанов (год 2000). М.: Научный мир, 606 с.
- Шванов В.Н., Фролов В.Т., Сергеева Э.И., Драгунов В.И., Патрунов Д.К., Кузнецов В.Г., Беленицкая Г.А., Куриленко В.В., Петровский А.Д., Кондитеров В.Н., Баженова Т.К., Жданов В.В., Щербаков Ф.А., Щербакова М.Н., Мизенс Г.А., Цейслер В.М., Трифонов Б.А., Верба Ю.Л., Ильин К.Б. (1998) Систематика и классификации осадочных пород и их аналогов. СПб.: Недра, 352 с.
- Шведов Н.А., Устрицкий В.И., Черняк Г.Е., Герке А.А., Сосипатрова Г.П. (1961) Новая стратиграфическая схема верхнепалеозойских отложений Таймыра. *Сб. статей по палеонтологии и биостратиграфии*.

- Вып. 24. Л.: НИИ геологии Арктики, 12-15.
- Шишлов С.Б. (2003) Циклостратиграфия верхнепалеозойской терригенной толщи Таймыра. *Стратиграфия. Геол. корреляция*, (2), 38-53.
- Шишлов С.Б. (2009) Новая региональная стратиграфическая схема верхнего палеозоя Таймыра. *Зап. Горн. ин-та*, (183), 40-52.
- Шишлов С.Б. (2010) Структурно-генетический анализ осадочных формаций. СПб.: ЛЕМА, 276 с.
- Шишлов С.Б., Вербицкая Н.Г. (1990) К стратиграфии верхнепермских угленосных отложений Западного Таймыра. *Сов. геология*, (7), 52-59.
- Шишлов С.Б., Дубкова К.А. (2021) Обстановки осадконакопления и эволюция палеогеографической ситуации при формировании верхнепалеозойских терригенных отложений Таймыра. *Литология и полез. ископаемые*, (6), 538-553. <https://doi.org/10.31857/S0024497X21060069>
- Шишлов С.Б., Руденко В.С. (1991) О девонско-каменноугольных радиолариях из обломков кремнистых сланцев в конгломератах пермских угленосных отложений Западного Таймыра. Деп. в ВИНТИ ред. ж. "Геология и геофизика" СО АН СССР, Новосибирск.
- Шутов В.Д. (1967) Классификация песчаников. *Литология и полез. ископаемые*, (5), 86-103.
- Bea F., Fershtater G.B., Montero P. (2002) Granitoids of the Uralides: Implications for the Evolution of the Orogen. *Mountain Building in the Uralides: Pangea to the Present: AGU Geophys. Mono. Series. 132*. (Ed. by D. Brown, C. Juhlin, V. Puchkov). Washington DC, Wiley, 211-232.
- Ershova V.B., Khudoley A.K., Prokopiev A.V., Tuchkova M.I., Fedorov P.V., Kazakova G.G., Shishlov S.B., O'Sullivan P. (2016) Trans-Siberian Permian rivers: A key to understanding Arctic sedimentary provenance. *Tectonophysics*, **691**, 220-233.
- Filippova I.B., Bush V.A., Didenko A.N. (2001) Middle Paleozoic subduction belts: The leading factor in the formation of the Central Asian fold-and-thrust belt. *Russ. J. Earth Sci.*, **3**(6), 405-426. <https://doi.org/10.2205/2001ES000073>
- Iwata K., Obut O.T., Buslov M.M. (1997) Devonian and Lower Carboniferous radiolarians from the Chara Ophiolite Belt, East Kazakhstan. *News of Osaka Micropaleontologists*, (10), 27-32.
- Metelkin D.V., Vernikovskiy V.A., Kazansky A.Yu., Bogolepova O.K., Gubanov A.P. (2005) Paleozoic history of the Kara microcontinent and its relation to Siberia and Baltica: Paleomagnetism, paleogeography and tectonics. *Tectonophysics*, **398**, 225-243.
- Vernikovskiy V., Shemin G., Deev E., Metelkin D., Matushkin N., Pervukhina N. (2018) Geodynamics and Oil and Gas Potential of the Yenisei-Khatanga Basin (Polar Siberia). *Minerals*, **8**(11), 510. <https://doi.org/10.3390/min8110510>
- Zhang X., Pease V., Skogseid J., Wohlgemuth-Ueberwasser C. (2016) Reconstruction of tectonic events on the northern Eurasia margin of the Arctic, from U-Pb detrital zircon provenance investigations of late Paleozoic to Mesozoic sandstones in southern Taimyr Peninsula. *Geol. Soc. Amer.*, **128**(1-2), 29-46.
- Zhang X., Omma J., Pease V., Scott R. (2013) Provenance of Late Paleozoic–Mesozoic sandstones, Taimyr Peninsula, the Arctic. *Geosciences*, (3), 507-527.
- Zhang X., Pease V., Omma J., Benedictus A. (2015) Provenance of Late Carboniferous to Jurassic sandstones for southern Taimyr, Arctic Russia: a comparison of heavy mineral analysis by optical and QEMSCAN methods. *Sediment. Geol.*, **329**, 166-176.

REFERENCES

- Aristov V.A., Ruzhentsev S.V. (2000) Stratigraphy of Paleozoic Shaly-Siliceous and Volcanosedimentary Deposits and Geologic History of the Polar Urals. *Stratigr. Geol. Correl.*, **8**(2), 109-118 (translated from *Stratigrafiya. Geol. Korrel.*, **8**(2), 9-19).
- Bea F., Fershtater G.B., Montero P. (2002) Granitoids of the Uralides: Implications for the Evolution of the Orogen. *Mountain Building in the Uralides: Pangea to the Present: AGU Geophys. Mono. Series. 132*. (Ed. by D. Brown, C. Juhlin, V. Puchkov). Washington DC, Wiley, 211-232.
- Biske Yu.S. (2019) Geology of Russia. St.Petersburg, SPbGU, 228 p. (In Russ.)
- Bochkarev V.S., Brekhuntsov A.M., Deshchenya N.P. (2003) The Paleozoic and Triassic evolution of West Siberia (data of comprehensive studies). *Geologiya i Geofizika*, **44**(1-2), 120-143. (In Russ.)
- Bogdanov N.A., Khain V.E., Rozen O.M., Shipilov E.V., Vernikovskiy V.A., Drachev S.S., Kostyuchenko S.L., Kuzmichev A.B., Secretov S.B. (1998) Explanatory note to the tectonic map of the Kara and Laptev seas and northern Siberia (scale 1 : 2500 000). Moscow, ILRAS, 127 p. (In Russ.)
- Budnikov I.V., Kutygin R.V., Klets A.G. (2007) The main stages of sedimentogenesis and the accumulation model of the Upper Paleozoic deposits of Siberia. *Upper Paleozoic of Russia: stratigraphy and paleogeography*. (Ed. by V.V. Silantyev, G.M. Sungatullin). Kazan, Izd-vo Kazanskogo un-ta, 31-34. (In Russ.)
- Bush D.A. (1977) Stratigraphic Traps in Sandstones. Moscow, Mir Publ., 216 p. (In Russ.)
- Deltas: Models for Exploration. (1979) (Ed. by M.L. Broussard). Moscow, Nedra Publ., 323 p. (In Russ.)
- Elkin E.A., Krasnov V.I., Bakharev N.K., Belova E.V., Dubatolov V.N., Izokh N.G., Klets A.G., Kontorovich A.E., Peregoedov L.G., Sennikov N.V., Timokhina I.G., Khromykh V.G. (2001) Stratigraphy of the oil and gas bearing basins of Siberia. Paleozoic of Western Siberia. Novosibirsk, SB RAS, 163 p. (In Russ.)
- Ershova V.B., Khudoley A.K., Prokopiev A.V., Tuchkova M.I., Fedorov P.V., Kazakova G.G., Shishlov S.B., O'Sullivan P. (2016) Trans-Siberian Permian rivers: A key to understanding Arctic sedimentary provenance. *Tectonophysics*, **691**, 220-233.
- Filippova I.B., Bush V.A., Didenko A.N. (2001) Middle Paleozoic subduction belts: The leading factor in the formation of the Central Asian fold-and-thrust belt. *Russ. J. Earth Sci.*, **3**(6), 405-426. <https://doi.org/10.2205/2001ES000073>
- Gramberg I.S. (1973) Paleohydrochemistry of Terrigenous Sequences: Evidence from Upper Paleozoic Deposits in the Northern Part of Central Siberia. Leningrad, Nedra Publ., 171 p. (In Russ.)
- Isaev G.D. (2010) Geology and tectonics of the Paleozoic of

- the West Siberian plate. *Lithosphere (Russia)*, (4), 52-68. (In Russ.)
- Isaev G.D. (2012) Geological, paleogeographical models of the Paleozoic of the West Siberian plate and the prospects for its oil and gas potential. *Georesursy*, (6), 24-30. (In Russ.)
- Ivanov K.S., Koroteev V.A., Pecherkin M.F., Fedorov Yu.N., Erokhin Yu.V. (2009) The western part of the West Siberian petroleum megabasin: eologic history and structure of the basement. *Geologiya i Geofizika*, **50**(4), 484-501. (In Russ.)
- Iwata K., Obut O.T., Buslov M.M. (1997) Devonian and Lower Carboniferous radiolarians from the Chara Ophiolite Belt, East Kazakhstan. *News of Osaka Micropaleontologists*, (10), 27-32.
- Kashik D.S. (1990) Cyclostratigraphic division of the Permian in the Omolon massif. *Permian Section of the Omolon Massif*. (Ed. by D.S. Kashik). Leningrad, Nauka Publ., 96-101. (In Russ.)
- Khain V.E. (2001) Tectonics of continents and oceans (year 2000). Moscow, Nauchnyi mir Publ., 606 p. (In Russ.)
- Kotlyar G.V., Kossovaya O.L., Shishlov S.B., Zhuravlev A.V., Pukhonto S.K. (2004) Boundary between Permian Series in diverse sedimentary facies of North European Russia: Constraints of event stratigraphy. *Stratigr. Geol. Korrel.*, **12**(5), 460-484 (translated from *Stratigr. Geol. Korrel.*, **12**(5), 29-54).
- Kuznetsov V.G. (2018) Lithology. Moscow, Izd-vo Vseros. gos. un-ta nef'ti i gaza, 410 p. (In Russ.)
- Metelkin D.V., Vernikovskiy V.A., Kazansky A.Yu., Bogolepova O.K., Gubanov A.P. (2005) Paleozoic history of the Kara microcontinent and its relation to Siberia and Baltica: Paleomagnetism, paleogeography and tectonics. *Tectonophysics*, **398**, 225-243.
- Pogrebetskii Yu.E. (1971) Paleotectonic Analysis of the Taimyr Fold System. *Tr. NII geologii Arktiki*. V. 166. Leningrad, Nedra Publ., 248 p. (In Russ.)
- Priyatkina N.S., Khudolei A.K., Kuptsova A.V. (2020) Provenance of the Neoproterozoic and Upper Paleozoic siliciclastic complexes of the Eastern Taimyr: Petrographic, geochemical, and geochronological data. *Stratigr. Geol. Korrel.*, **28**(6), 638-652 (translated from *Stratigr. Geol. Korrel.*, **28**(6), 76-91). <https://doi.org/10.1134/S0869593820060088>
- Puchkov V.N. (2010) Geology of the Urals and Cis-Urals (actual problems of stratigraphy, tectonics, geodynamics and metallogeny). Ufa, DesignPoligrafService, 280 p. (In Russ.)
- Reineck H.E., Singh I.B. (1981) Depositional Sedimentary Environments: with Reference to Terrigenous Clastics. Moscow, Nedra Publ., 439 p. (In Russ.)
- Selley R.C. (1989) Ancient Sedimentary Environments. Moscow, Nedra Publ., 294 p. (In Russ.)
- Shishlov S.B. (2003) Cyclostratigraphy of Upper Paleozoic terrigenous deposits in the Taimyr Peninsula. *Stratigr. Geol. Korrel.*, (2), 38-53. (In Russ.)
- Shishlov S.B. (2009) New regional stratigraphic scheme of the Upper Paleozoic in Taimyr. *Zap. Gorn. In-ta*, (183), 40-52. (In Russ.)
- Shishlov S.B. (2010) Structural-Genetic Analysis of Sedimentary Formations. St.Petersburg, LEMA, 276 p. (In Russ.)
- Shishlov S.B., Dubkova K.A. (2021) Depositional Environments and Paleogeographic Evolution during the Formation of Upper Paleozoic Terrigenous Rocks in Taimyr. *Lithol. Miner. Res.*, **56**(6), 509-522 (translated from *Litolog. Polez. Iskop.*, (6), 538-553). <https://doi.org/10.31857/S0024497X21060069>
- Shishlov S.B., Rudenko V.S. (1991) On Devonian-Carboniferous radiolarians from siliceous shales in Permian coal-bearing conglomerates of Western Taimyr. Dep. in VINITI ed. by Geol. Geofiz. SB AS USSR, Novosibirsk. (In Russ.)
- Shishlov S.B., Verbitskaya N.G. (1990) Stratigraphy of Upper Permian carbonaceous deposits in western Taimyr. *Sov. Geol.*, (7), 52-59. (In Russ.)
- Shutov V.D. (1967) Classification of sandstones. *Litolog. Polez. Iskop.*, (5), 86-103. (In Russ.)
- Shvanov V.N., Frolov V.T., Sergeeva E.I., Dragunov V.I., Patrunov D.K., Kuznetsov V.G., Belenitskaya G.A., Kurylenko V.V., Petrovsky A.D., Konditerov V.N., Bazhenova T.K., Zhdanov V.V., Shcherbakov F.A., Shcherbakova M.N., Mizens G.A., Zeisler V.M., Trifonov B.A., Verba Yu.L., Ilyin K.B. (1998) Systematics and classification of sedimentary rocks and their analogues. St.Petersburg, Nedra Publ., 352 p. (In Russ.)
- Shvedov N.A., Ustritsky V.I., Chernyak G.E., Gerke A.A., Sosipatrova G.P. (1961) New stratigraphic scheme of the Upper Paleozoic deposits of Taimyr. *Coll. of articles on paleontology and biostratigraphy*. V. 24. Leningrad, NII geologii Arktiki, 12-15. (In Russ.)
- State Geological Map of the Russian Federation. (2013) Scale 1 : 1000 000. Sheet T-45-48. M. Chelyuskin. Map and Explanatory Note. (Ed. by V.F. Proskurnin, B.G. Lopatin). St.Petersburg, VSEGEI Publ., 568 p. (In Russ.)
- State Geological Map of the Russian Federation. (2015) Scale 1 : 1000 000. Sheet S-47. Lake Taimyr (Western Part). Map and Explanatory Note. (Ed. by V.F. Proskurnin). St.Petersburg, VSEGEI Publ., 424 p. (In Russ.)
- State Geological Map of the Russian Federation. (2016) Scale 1 : 1000 000. Sheet S-46. Tareya. Map and Explanatory Note. (Ed. by N.N. Nagaytsev). St.Petersburg, VSEGEI Publ., 490 p. (In Russ.)
- State Geological Map of the Russian Federation. (2020) Scale 1 : 1000 000. Sheet S-44. Dixon, S-45. Ust-Tareya. Map and Explanatory Note. (Ed. by E.A. Gusev, N.N. Nagaytsev). St.Petersburg, VSEGEI Publ., 450 p. (In Russ.)
- Uflyand A.K., Natapov L.M., Lopatin V.M., Chernov D.V. (1991) Tectonic nature of Taimyr. *Geotektonika*, (6), 76-93. (In Russ.)
- Ustritskii V.I. (1984) The Taimyr-Khatanga province. *Tr. VSEGEI*. V. 286. *The main features of the stratigraphy of the Permian system of the USSR*, 123-130. (In Russ.)
- Ustritskii V.I., Chernyak G.E. (1963) Biostratigraphy and brachiopods of the Upper Paleozoic of Taimyr. *Tr. NII geologii Arktiki*. V. 134. Leningrad, Gostoptekhizdat, 140 p. (In Russ.)
- Vernikovskiy V.A. (1996) Geodynamic Evolution of the Taimyr Folded Region. Novosibirsk, SO RAN, 202 p. (In Russ.)
- Vernikovskiy V.A. (2009) Tectonic structure of the Taimyr-Severozemelsky region and its geodynamic evolution. *Geology of the polar regions of the Earth*. (Ed. by Yu.V. Karyakin). V. 1. Moscow, GEOS, 90-94. (In Russ.)
- Vernikovskiy V., Shemin G., Deev E., Metelkin D., Matushkin N., Pervukhina N. (2018) Geodynamics and Oil and Gas Potential of the Yenisei-Khatanga Basin (Po-

- lar Siberia). *Minerals*, **8**(11), 510. <https://doi.org/10.3390/min8110510>
- Vernikovskiy V.A., Dobretsov N.L., Metelkin D.V., Matushkin N.Yu., Kulakov I.Yu. (2013) Problems in the tectonics and tectonic evolution of the Arctic. *Geolog. Geofiz.*, **54**(8), 1083-1107. (In Russ.)
- Vernikovskiy V.A., Metelkin D.V., Vernikovskaya A.E., Sal'nikova E.B., Kovach V.P., Kotov A.B. (2011) The oldest island arc complex of Taimyr: Concerning the issue of the Central-Taimyr accretionary belt formation and paleogeodynamic reconstructions in the Arctic. *Dokl. Earth Sci.*, **436**(2), 186-192 (translated from *Dokl. Ross. Akad. Nauk*, **436**(5), 647-653).
- Voronov V.N., Korkunov V.K. (2003) Junction of the Uralian fold belt, Pai-Khoi, and the basement of the West Siberian plate. *Geolog. Geofiz.*, **44**(1-2), 40-48. (In Russ.)
- Yolkin E.A., Kontorovich A.E., Bakharev N.K., Belyaev S.Yu., Varlamov A.I., Izokh N.G., Kanygin A.V., Kashtanov V.A., Kirda N.P., Klets A.G., Kontorovich V.A., Krasnov V.I., Krinin V.A., Moiseev S.A., Obut O.T., Saraev S.V., Sennikov N.V., Tishchenko V.M., Filippov Yu.F., Khomenko A.V., Khromykh V.G. (2007) Paleozoic facies megazones in the basement of the West Siberian geosyncline. *Geolog. Geofiz.*, **48**(6), 633-650. (In Russ.)
- Zhang X., Omma J., Pease V., Scott R. (2013) Provenance of Late Paleozoic–Mesozoic sandstones, Taimyr Peninsula, the Arctic. *Geosciences*, (3), 507-527.
- Zhang X., Pease V., Omma J., Benedictus A. (2015) Provenance of Late Carboniferous to Jurassic sandstones for southern Taimyr, Arctic Russia: a comparison of heavy mineral analysis by optical and QEMSCAN methods. *Sediment. Geol.*, **329**, 166-176.
- Zhang X., Pease V., Skogseid J., Wohlgemuth-Ueberwasser C. (2016) Reconstruction of tectonic events on the northern Eurasia margin of the Arctic, from U-Pb detrital zircon provenance investigations of late Paleozoic to Mesozoic sandstones in southern Taimyr Peninsula. *Geol. Soc. Amer.*, **128**(1-2), 29-46.
- Zonenshain L.P., Kuz'min M.I., Natapov L.M. (1990) Tectonics of Lithospheric Plates in the Soviet Union. Moscow, Nedra Publ. V. 1, 328 p.; V. 2, 336 p. (In Russ.)