

Петрографический состав песчаников и источники сноса среднеюрских терригенных отложений центральной части Иньяли-Дебинского синклинория (юго-восток хребта Черского, Республика Саха)

Виктория Васильевна КОСТЫЛЕВА^{1*}

Майя Вадимовна ГЕРЦЕВА^{2**}

Марина Викторовна ГЕРАСИМОВА²

¹Геологический институт РАН, Москва, Россия

²Московский филиал Всероссийского научно-исследовательского геологического института им. А. П. Карпинского, Москва, Россия

Аннотация

Актуальность темы. Важной задачей при исследовании терригенных комплексов является реконструкция обстановок их накопления и выявление состава пород в областях сноса обломочного материала. Для объектов со сложным тектоническим строением, таких как Верхояно-Колымская складчатая область, построение непротиворечивых палеореконов весьма затруднено. Одним из решений данной проблемы является детальное литолого-петрографическое изучение песчаников, минерально-терригенные ассоциации которых несут важную информацию о составе и эволюции питающих областей для осадочных бассейнов прошлого.

Цель исследования заключается в реконструкции источников обломочного вещества для юго-восточной части Оймяконского палеобассейна на среднеюрском этапе тектонической истории Северо-Востока Азии, а также для практического применения полученных результатов при создании геологических карт третьего поколения для Верхояно-Колымской складчатой области.

Методы исследования – полевые наблюдения в ходе проведения мониторинга комплексов Государственной геологической карты масштаба 1 : 1 000 000 (Q-54); качественная и количественная оценка породообразующих терригенных компонентов в песчаниках из среднеюрских толщ центральной части Иньяли-Дебинского синклинория.

Результаты исследования. Установлены различные петрографические составы песчаников из среднеюрских меридиальной и костерской свит центральной части Иньяли-Дебинского синклинория на юго-востоке хребта Черского, что указывает на различные источники обломочного материала для изученных отложений, развитых юго-западнее и северо-восточнее Чаркы-Иньяльского регионального надвига. Аркозный состав песчаников обеих свит, развитых юго-западнее Чаркы-Иньяльского надвига, подтверждает принадлежность этих отложений к Полоусно-Дебинскому террейну (его юго-западному Иньяли-Дебинскому сегменту) и позволяет отнести их к терригенному комплексу Верхоянской пассивной окраины. Граувакковый состав песчаников из среднеюрских отложений, развитых северо-восточнее Чаркы-Иньяльского надвига, позволяет предположить здесь присутствие осадочных толщ Нагонджинского террейна.

Ключевые слова: граувакки, аркозы, источники сноса, Иньяли-Дебинский синклинорий, Нагонджинский террейн, хребет Черского.

Введение

Иньяли-Дебинский синклинорий входит в состав Полоусно-Дебинского террейна [1, 2] и в современном структурном плане Верхояно-Колымской складчатой области (рис. 1) располагается вдоль юго-западной окраины Колымо-Омолонского супертеррейна. В геологическом строении синклинория принимают участие преимущественно юрские интенсивно деформированные терригенные толщи мощностью свыше 4000 м, которые на юго-западе по Чаркы-Индибирскому региональному надвику перекрывают верхнетриасовые отложения Кулар-Нерско-

го террейна, а на северо-западе по Чаркы-Иньяльскому региональному надвику, прослеживаемому в восточном направлении, граничат с ниже-среднеюрскими вулканогенно-осадочными толщами Нагонджинского террейна [2] (рис. 1).

Ранее считалось, что ниже-среднеюрские терригенные толщи Иньяли-Дебинского синклинория были сформированы на западном краю Омудевского кратонного террейна, а в поздней юре, после амальгамации террейнов различной геодинамической природы, осадки продолжа-

✉ kovikto@yandex.ru

**m.gertseva@mfvsegei.ru

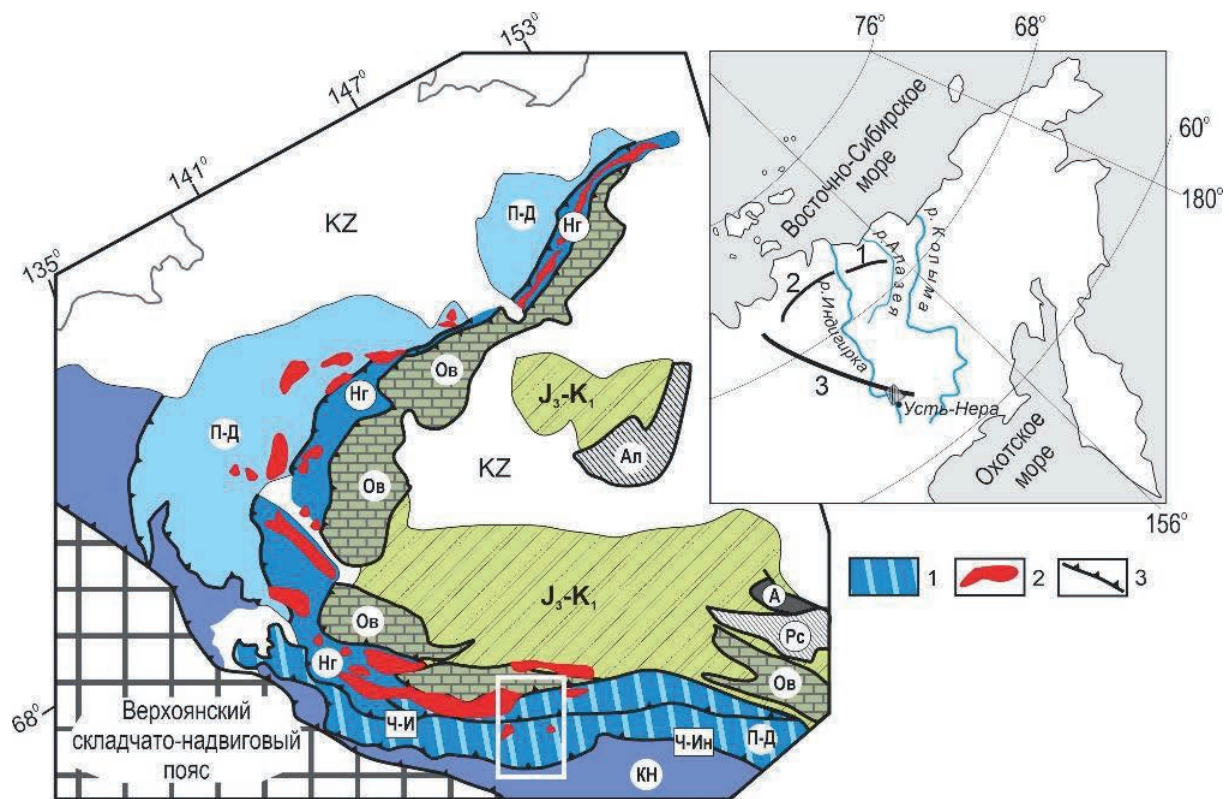


Рисунок 1. Тектоническая схема Верхояно-Колымской складчатой области [2, 3] с упрощениями: 1 – Иньяли-Дебинский синклиниорий; 2 – верхнеюрско-меловые гранитоиды; 3 – региональные надвиги. Белым прямоугольником обозначен район проведения работ; на врезке показано географическое расположение: 1 – кряж Улахан-Сис; 2 – кряж Полоусный; 3 – хребт Черского; террейны: КН – Кулар-Нерский, П-Д – Полоусно-Дебинский, Нг – Нагонджинский, А – Арга-Тасский, Ал – Алазейский, Рс – Рассохинский, Ов – Омувлевский; надвиги: Ч-И – Чаркы-Иньяльский, Ч-Ин – Чаркы-Индигирский

Figure 1. Tectonic schema of the Verkhoyansk-Kolyma folded region [2, 3] with simplifications: 1 – In'yali-Debin synclinorium; 2 – Upper Jurassic-Cretaceous granitoids; 3 – regional thrusts. The white rectangle indicates the observation area; inset shows the geographical location: 1 – Ulakhan-Sis Ridge; 2 – Polousny Ridge; 3 – Chersky Ridge; terranes: КН – Kular-Nera, П-Д – Polousno-Debin, Нг – Nagondzha, А – Arga-Tass, Ал – Alazeya, Рс – Rassokha, Ов – Omulevka; thrusts: Ч-И – Charky-Indigirka, Ч-Ин – Charky-Indigirka

ли накапливаться на западной окраине Колымо-Омолонского супертеррейна в Оймяконском малом океаническом бассейне [2]. Позже, на основании формационного анализа и по результатам изотопного U–Pb (LA-MC-ICPMS) датирования зерен обломочного циркона рядом исследователей [4–7] было предположено, что юрские толщи накопились в Верхоянском палеобассейне за счет преимущественного сноса обломочного материала со стороны Сибирской платформы, ее южного и юго-восточного обрамления.

Та или иная точка зрения на источники терригенного материала для юрских отложений Иньяли-Дебинского синклинория должна быть подтверждена также петрографическими характеристиками песчаных пород, минерально-терригенные ассоциации которых несут важную информацию о составе и эволюции питающих областей для осадочных бассейнов прошлого [8].

В 2022 г. на юго-востоке хребта Черского были проведены работы по мониторингу комплектов Государственной геологической карты масштаба 1 : 1 000 000 (лист Q-54). Участок работ расположен в центральной части Иньяли-Дебинского синклинория (рис. 1), в поле развития преимущественно среднеюрских отложений (рис. 2, а). Полевые исследования проводились в верховьях р. Индигирки, севернее поселка Усть-Нера (рис. 1,

врезка), где в коренных выходах и делювиальных развалах были изучены терригенные отложения, закартированные ранее как среднеюрские мередульская и костерская свиты (рис. 2, а). В геологической литературе сведения о петрографическом составе песчаных пород мередульской и костерской свит приводятся в обобщенном виде [9–11]. В этих работах лишь упоминается о присутствии в разрезах обеих свит как аркозовых, так и граувакковых разновидностей песчаников, что свидетельствует о наличии в средней юре разных по составу породных комплексов, служивших источниками обломочного материала.

В данной работе приведено петрографическое исследование песчаников мередульской и костерской свит центральной части Иньяли-Дебинского синклинория для выявления возможных изменений состава песчаных пород по разрезу с целью реконструкции породных комплексов в областях сноса обломочного материала на важном среднеюрском этапе тектонической истории Северо-Востока Азии, связанном с образованием Колымо-Омолонского микроконтинента.

Материалы и методы

В районе долготного отрезка р. Индигирки (район исследования 1), рис. 2, а, и в районе ее резкого поворота на запад (район исследования 2) мередульская свита имеет хорошую обнаженность. Костерская свита залегает

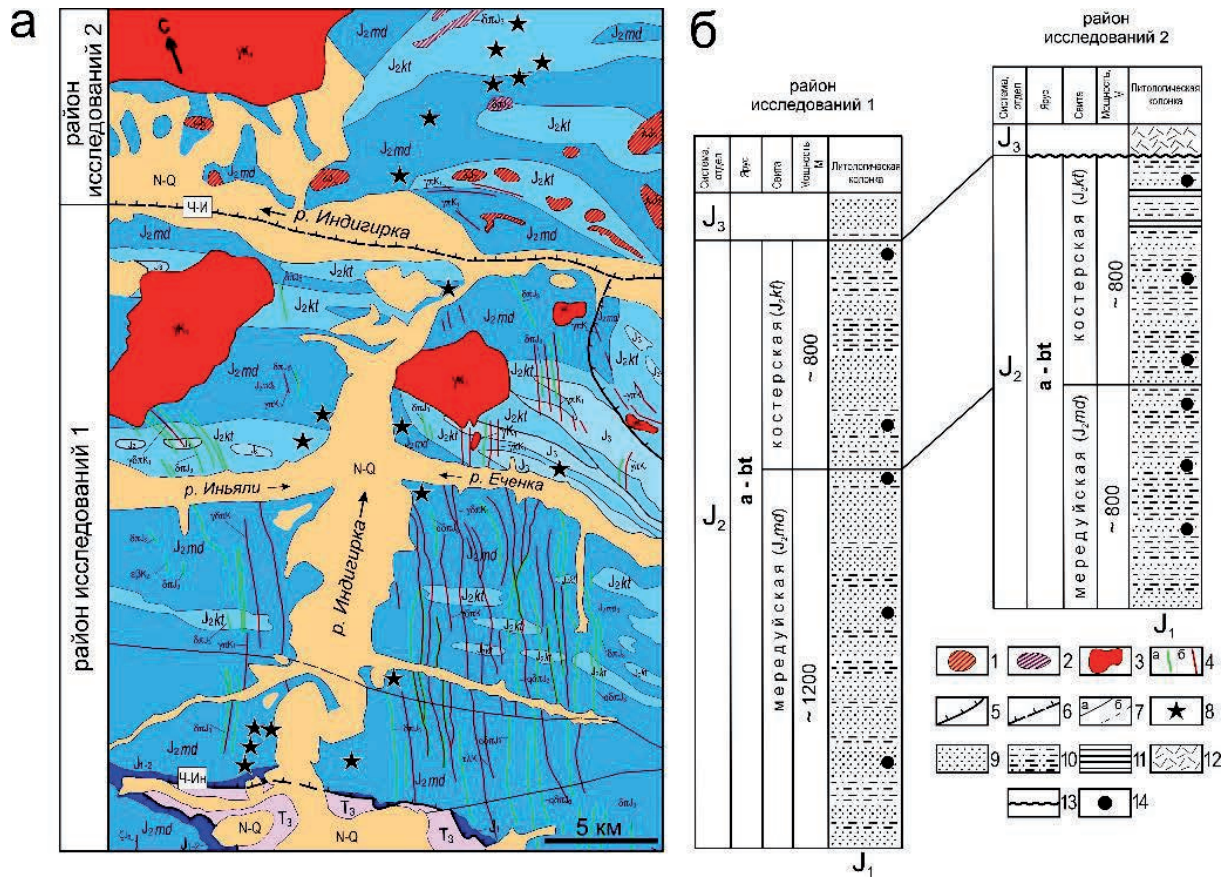


Рисунок 2. Геологическое строение районов исследования (по [11] с упрощениями и изменениями авторов): а – геологическая схема участка работ; б – сводные разрезы мередуйской и костерской свит. Буквенные обозначения в белых прямоугольниках: Ч-И – Чаркы-Иньяльский надвиг, Ч-Ин – Чаркы-Индибирский надвиг; обозначения на геологической схеме (а): 1 – диорит-порфиры; 2 – риолиты; 3 – гранитоиды; 4 – малые интрузивные тела (а – габбро-диоритов, диоритов, диорит-порфиритов, б – гранитов); 5 – надвиги достоверные; 6 – надвиги, скрытые под вышележащими образованиями; 7 – разрывные нарушения (а – достоверные, б – скрытые под вышележащими образованиями); 8 – точки наблюдения; обозначения на стратиграфических колонках (б): 9 – песчаники; 10 – алевролиты; 11 – аргиллиты; 12 – риолиты; 13 – несогласие; 14 – участки отбора проб

Figure 2. The geological structure of the study areas (according to [11] with simplifications and changes by the authors): a – geological scheme of the work site; b – summary sections of the Meredui and Kostersk Formations. Letter designations in boxes: Ч-И – Charky-In'yali thrust, Ч-Ин – Charky-Indigirka thrust; legend for the geological scheme (a): 1 – diorite-porphyrites; 2 – rhyolites; 3 – granitoids; 4 – small intrusive bodies (a – gabbro-diorites, diorites, porphyrite diorites, b – granites); 5 – reliable thrusts; 6 – thrusts, hidden under overlying sediments; 7 – fractures (a – reliable, b – hidden under overlying sediments); 8 – observation points; legend for stratigraphic columns (b): 9 – sandstones; 10 – siltstones; 11 – mudstones; 12 – rhyolites; 13 – unconformity; 14 – sampling intervals

согласно на мередуйской свите. Значительная часть обнажений костерской свиты задернована или представлена делювиальными развалами. По комплексу морских макрофоссилий возраст обеих свит вслед за предшественниками [11] нами принимается как аален-батский.

Юго-западнее Чаркы-Иньяльского надвига (район исследования 1) мередуйская и костерская свиты имеют существенно песчаниковый состав и представлены отложениями внутренней части открытого шельфа.

В районе долготного отрезка р. Индибирки мередуйская свита сложена неравномерным переслаиванием песчаников и алевролитов. Песчаники преобладают. Мощность песчаных пачек в верхах свиты достигает 50 м. В этом же районе костерская свита сложена пачками тонкого переслаивания алевролитов и песчаников, чередующимися с преимущественно алевролитовыми и песчаниковыми пачками мощностью до 90 м. Видимая мощность мередуйской свиты в этом районе составляет около 1200 м, костерской – около 800 м (рис. 2, б). Пес-

чаники мередуйской свиты были опробованы в десяти точках наблюдения, как в коренных выходах, так и в делювиальных развалах (рис. 2, а). Песчаники костерской свиты были изучены в небольшом коренном обнажении близ устья р. Иньяли, левого притока р. Индибирки, и севернее р. Еченки, правого ее притока (рис. 2, а), в делювиальном развале.

Северо-восточнее Чаркы-Иньяльского надвига (район исследования 2) нами наблюдалось изменение состава мередуйской и костерской свит с существенно песчаникового на существенно алевролитовый. Свиты в этом районе представлены, вероятнее всего, относительно глубоководными отложениями внешней зоны открытого шельфа. Слои песчаников мощностью не более 60 см имеют резко подчиненное значение в обеих свитах. Видимая мощность каждой свиты здесь составляет около 800 м (рис. 2, б). Песчаники в этом районе опробованы в редких коренных обнажениях: мередуйская – в четырех, костерская – в трех (рис. 2, а).

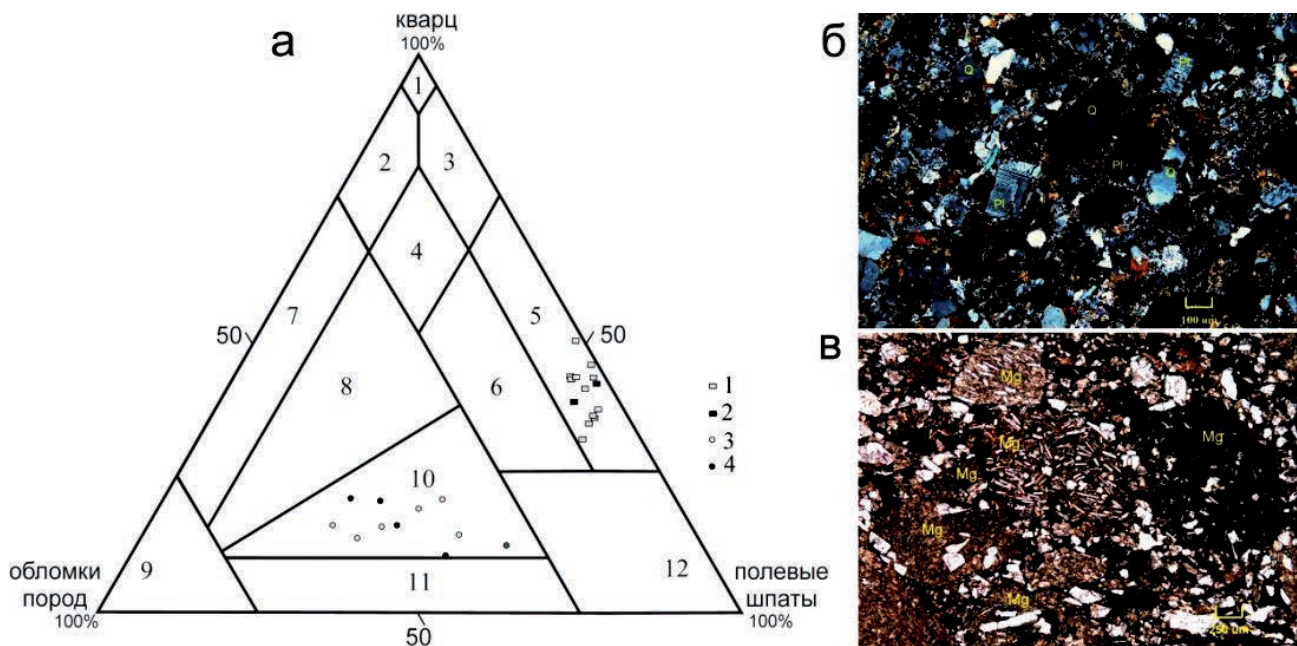


Рисунок 3. Состав среднеюрских песчаников на классификационной диаграмме В. Д. Шутова [12]: а: 1, 2 – район исследований 1: 1 – мередуйская свита; 2 – костерская свита; 3, 4 – район исследований 2: 3 – мередуйская свита, 4 – костерская свита; классификационные поля песчаников: 1 – мономиктовых кварцевых; 2 – кремнекlastито-кварцевых; 3 – полевошпат-кварцевых; 4 – мезомиктовых кварцевых; 5 – аркоз; 6 – граувакковых аркоз; 7 – кварцевых граувакк; 8 – полевошпат-кварцевых граувакк; 9 – собственно граувакк; 10 – кварц-полевошпатовых граувакк; 11 – полевошпатовых граувакк; 12 – песчаников не чисто терригенного происхождения; микрофотографии типовых песчаников мередуйской свиты – б, с: б – аркоза (район исследований 1), с – кварц-полевошпатовая граувакка (район исследований 2); Mg – магматические породы, Pl – плагиоклаз, Q – кварц

Figure 3. Composition of Middle Jurassic sandstones on V. D. Shutov's classification diagram [12]: a: 1, 2 – study area 1: 1 – Meredui Formation; 2 – Kostersk Formation; 3, 4 – study area 2: 3 – Meredui Formation, 4 – Kostersk Formation; classification fields of sandstones: 1 – quartzose monomictic; 2 – quartzose chert-clastite; 3 – feldspar-quartz; 4 – quartzose mesomictic; 5 – arkoses; 6 – greywacke arkose; 7 – quartzose greywacke; 8 – feldspar-quartz greywacke; 9 – greywacke; 10 – quartz-feldspar greywacke; 11 – feldspar greywacke; 12 – sandstones of non-terrirogenous origin; photomicrographs of typical Meredui Formation sandstone – b, c: b – arkose (study area 1), c – quartz-feldspar greywacke (study area 2); Mg – igneous rocks, Pl – plagioclase, Q – quartz

Петрографическая характеристика песчаных пород из разных частей разреза мередуйской и костерской свит приведена на основании исследований 25 образцов. Положение участков отбора образцов в сводных разрезах показано на рис. 2, б. Для разделения песчаников по составу породообразующих терригенных компонентов использована классификация В. Д. Шутова [12]. Количественная оценка содержаний зерен обломочного кварца, полевого шпата и литокластов проведена в петрографических шлифах. Изучено 14 шлифов песчаников из района юго-западнее Чаркы-Иньяльского надвига и 11 – из района северо-восточнее этого разрывного нарушения (рис. 2, а).

Петрографическая характеристика песчаников. Песчаники мередуйской и костерской свит в районе долготного отрезка р. Индигирки (район исследования 1) имеют сходные петрографические характеристики и по содержанию породообразующих терригенных компонентов относятся к аркозам (рис. 3, а, б). В песчаниках мередуйской свиты количество терригенного кварца составляет 31–49 %, полевого шпата – 50–60 %, литокластов – 1–9 %. В песчаниках костерской свиты содержание зерен кварца составляет 37–41 %, зерен полевого шпата – 56–57 %, обломков пород – 2–7 %.

Песчаники средне-мелкозернистые, мелко-среднезернистые, изредка крупно-среднезернистые, окатанность псаммитового материала отсутствует или плохая. Обло-

мочный кварц в основном поликристаллический, реже монокристаллический мелкопсаммитовой размерности. Присутствуют также зерна кварца, насыщенные включениями игольчатого рутила. Среди полевых шпатов резко преобладают плагиоклазы, часто в различной степени серицитизированные или кальцитизированные. Калиевый полевой шпат представлен решетчатым микроклином. Среди обломков пород доминируют темно-бурые углесто-глинистые интракласты, реже, в порядке убывания, встречаются кварцево-полевошпатовые микросростки, обломки сильно измененных базальтов и кислых вулканитов, а также слюдисто-кварцевых метаморфических пород. Изредка встречаются мелкие фрагменты хлоритизированного вулканического стекла. Наблюдаются единичные чешуйки измененного биотита и светлой слюды. Количество тонкозернистого матрикса в песчаниках мередуйской свиты составляет 5–15 % площади шлифов, а в песчаниках костерской свиты – 25 %. Для песчаников характерна вторичная карбонатизация в виде кальцитового коррозионного цемента, часто развит межзерновой кливаж, присутствует новообразованная слюда.

В районе резкого поворота р. Индигирки на запад, северо-восточнее Чаркы-Иньяльского надвига (район исследования 2), песчаники как мередуйской, так и костерской свит по содержанию породообразующих терригенных компонентов резко отличаются от песчаников, раз-

витых юго-западнее Чаркы-Иньяльского надвига и относятся к кварц-полевошпатовым грауваккам (рис. 3, а, в). В песчаниках мередуйской свиты кварц составляет 10–20 % от суммы породообразующих терригенных компонентов, полевые шпаты – 35–50 %, литокласты – 40–50 %. В песчаниках костерской свиты содержание зерен кварца составляет 12–20 %, зерен полевого шпата – 30–58 %, обломков пород – 30–55 %.

Песчаники преимущественно средне-мелкозернистые, реже крупно-среднезернистые, иногда гравелитистые, окатанность обломков отсутствует или плохая, иногда средняя. Среди зерен кварца преобладают поликристаллические разновидности, монокристаллический кварц содержится в починенном количестве. Спорадически встречаются обломки треугольной и копьевидной формы; у единичных зерен наблюдаются резорбированные края. Эти разновидности кварца имеют, вероятнее всего, пирокластическое происхождение. Полевые шпаты представлены в основном плагиоклазами; изредка наблюдается решетчатый микроклин. Плагиоклазы часто серицитизированные, некоторые зерна частично или полностью замещены кальцитом. У единичных мелких зерен, вероятно, пирокластического генезиса, присутствуют резорбированные края. В большинстве изученных песчаников среди литокластов преобладают магматические породы основного состава, как сильно измененные, так и «свежего» облика, в которых лейсты плагиоклаза заключены в хлоритизированное вулканическое стекло. Присутствует также витрокластическая, предположительно основного состава, в виде фрагментов хлоритизированных вулканических стекол, размер которых достигает 0,4 мм. Кислые эффузивы, слюдисто-кварцевые и углеродисто-кремнистые сланцы содержатся в подчиненном количестве. Обломки осадочных пород представлены черными глинистыми интракластами и реже микритовыми или мелкокристаллическими известняками. Количество тонкозернистого матрикса в граувакках обеих свит колеблется от 10 до 25 %. Вторичный кальцитовый коррозионный цемент развит слабо и неравномерно; иногда наблюдается межзерновой кливаж.

Обсуждение материала

Песчаники мередуйской и костерской свит характеризуются структурной и вещественной незрелостью. При этом резкие различия составов и соотношений породообразующих терригенных компонентов песчаников в разрезах, расположенных северо-восточнее и юго-западнее Чаркы-Иньяльского надвига, свидетельствуют о наличии в средней юре совершенно разных породных комплексов, служивших источниками обломочного материала. Необходимо также отметить, что эти разные источники с аалена по бат были стабильными, о чем свидетельствует отсутствие изменений минерально-терригенных ассоциаций песчаников в разрезах мередуйской и костерской свит в разных районах исследования.

Арковский состав песчаников обеих свит, развитых юго-западнее Чаркы-Иньяльского надвига (район исследований 1), предполагает в качестве главных источников обломочного материала кварц-полевошпатовые метаморфические породы фундамента кратона и (или) магматические комплексы кислого и среднего состава [13–15]. Именно такие источники кластики реконструированы для

среднеюрских терригенных толщ Западного Верхоянья, в которых песчаники относятся к аркозам и кварц-полевошпатовым разновидностям [16, 17]. Главными породными комплексами, подвергшимися размыву в средней юре для этих толщ, накопившихся на Верхоянской пассивной окраине, служили: метаморфические породы фундамента Сибирского кратона, протерозойские и палеозойские гранитоиды Забайкалья и, возможно, Охотского массива. Эти же источники сноса предположены и для среднеюрских терригенных толщ западной части Иньяли-Дебинского синклиория [7]. Вероятнее всего, мередуйская и костерская свиты центральной части Иньяли-Дебинского синклиория юго-западнее Чаркы-Иньяльского надвига также принадлежат терригенному комплексу Верхоянской пассивной окраины, и для них перечисленные породы также служили главными источниками кварц-полевошпатового терригенного материала.

Грауваковый состав песчаников с преобладанием обломков основных вулканитов и значительным содержанием витрокластики, характерный для мередуйской и костерской свит, развитых северо-восточнее Чаркы-Иньяльского надвига, предполагает область развития основного эксплозивно-эффузивного, синхронного осадконакопления, вулканизма, как одного из главных источников кластогенного материала в среднеюрское время. Таких источников на западе Верхояно-Колымской складчатой области нет. Область среднеюрского андезитобазальтового вулканизма была расположена значительно южнее (в современных координатах), в пределах Восточно-Азиатской активной континентальной окраины [18], которая не могла быть источником сноса для граувакк мередуйской и костерской свит, закартированных северо-восточнее Чаркы-Иньяльского надвига. Наиболее вероятным источником вулканогенной кластики для обеих свит здесь могли быть надсубдукционные вулканогенные комплексы ранне-среднеюрской энсиалической островной дуги, существование которой в пределах Омудевского микроконтинента (кратонного террейна) было предположено нами на основании петрографического и литохимического изучения граувакк из среднеюрских вулканогенно-терригенных толщ северо-восточного фланга Нагонджинского террейна в пределах кряжа Улахан-Сис [19].

Таким образом, среднеюрские мередуйская и костерская свиты, закартированные северо-восточнее Чаркы-Иньяльского надвига на изученной территории, не принадлежат Верхоянскому терригенному комплексу и не должны входить в состав Иньяли-Дебинского синклиория. Вероятно, эти существенно алевритовые отложения с редкими прослоями граувакк должны быть включены в состав Нагонджинского террейна, границы которого обрываются северо-западнее наших районов исследования (рис. 1). Мы полагаем, что вместо мередуйской свиты в этом районе надо выделить разновозрастные хангасскую и безымяннинскую объединенные свиты, а вместо костерской – объединенные чаркынскую и кянеличанскую, которые, согласно [11], входят в состав юго-восточного фланга Нагонджинского террейна (Чаркы-Туостахский стратиграфический район) и характеризуются присутствием туфопесчаников среди существенно тонкозернистых терригенных пород.

Выводы

На основании анализа петрографического состава песчаников из среднеюрских мерзидуйской и костерской свит центральной части Иньяли-Дебинского синклиория на юго-востоке хребта Черского предложены различные источники обломочного материала для отложений, развитых юго-западнее и северо-восточнее Чаркы-Иньяльского регионального надвига.

1. Аркозовый состав песчаников обеих свит, развитых юго-западнее Чаркы-Иньяльского надвига, вероятно, позволяет отнести эти морские отложения

к терригенному комплексу Верхоянской пассивной окраины.

2. Граувакковый состав песчаников из среднеюрских отложений, развитых северо-восточнее Чаркы-Иньяльского надвига, позволяет обосновать здесь присутствие осадочных толщ Нагонджинского террейна и выделить среднеюрские свиты, входящие в состав юго-восточного фланга Нагонджинского террейна: хангасскую и безымяннинскую объединенные свиты, и согласно залегающие на них чаркынскую и кянеличанскую объединенные свиты.

Источник финансирования

Исследования выполнены в рамках Государственного задания ГИН РАН, тема № FMMG-2023-0010.

ЛИТЕРАТУРА

- Оксман В. С. Тектоника коллизионного пояса Черского (Северо-Восток Азии). М.: ГЕОС, 2000. 268 с.
- Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республика Саха (Якутия) / ред. Л. М. Парфенов, М. И. Кузьмин. М.: Наука, 2001. 571 с.
- Соколов С. Д. Очерк тектоники Северо-Востока Азии // Геотектоника. 2010. № 6. С. 60–78.
- Прокопьев А. В., Миллер Э. Л., Торо Х., Герелс Дж. Э., Соловьев А. В. Реконструкция мезозойских питающих провинций Верхоянской континентальной окраины, Кулар-Нерского сланцевого пояса и Иньяли-Дебинского синклиория по данным U–Pb датирования обломочных цирконов // Геологическое строение, стратиграфия и литология зон субдукции, коллизии и скольжения литосферных плит и динамика их взаимодействия: материалы Всерос. конф. с междунар. участием (Владивосток, 20–23 сент. 2011 г.). Владивосток, 2011. С. 123–126.
- Harris D. B., Toro J., Prokopyev A. V. Detrital zircon U–Pb geochronology of Mesozoic sandstones from the Lower Yana River, northern Russia // Lithosphere. 2012. Vol. 5(1). P. 98–108. <http://doi.org/10.1130/L250.1>
- Гриненко В. С., Баранов В. В. Верхнепалеозойский и мезозойский этапы эволюции Верхоянского терригенного комплекса (зона перехода «Сибирская платформа–Верхояно-Колымская складчатая область») // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России: материалы IX Всерос. науч.-практ. конф., 10–12 апр. 2019 г. Якутск: Издат. дом СВФУ, 2019. Т. 2. С. 33–36.
- Прокопьев А. В., Стокли Д., Ершова В. Б., Васильев Д. А. Реконструкция питающих провинций триас-юрских осадочных бассейнов Верхояно-Колымской складчатой области по данным датирования обломочных цирконов и ограничения при создании геодинамических моделей // Тектоника и геодинамика земной коры и мантии: фундаментальные проблемы-2023: материалы LIV тектонич. совещ. 2023. Т. 2. С. 124–128.
- Маслов А. В., Мельничук О. Ю., Мизенс Г. А., Титов Ю. В. Реконструкция состава пород питающих провинций. Статья 1. Минерало-петрографические подходы и методы // Литосфера. 2019. Т. 19. № 6. С. 834–860. <http://doi.org/10.24930/1681-9004-2019-19-6-834-860>
- Бычков Ю. М. Стратиграфия и тектоника междуречья Артык–Бурустах // Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока СССР. 1963. № 16. С. 163–180.
- Решения Третьего Межведомственного регионального стратиграфического совещания по докембрию, палеозою и мезозою Северо-Востока России (Санкт-Петербург, 2002) / ред. Т. Н. Корень, Г. В. Котляр. СПб: Изд-во ВСЕГЕИ, 2009. 268 с.
- Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Сер. Верхояно-Колымская. Лист Q-54 – Усть-Нера: объяснит. записка. СПб: Изд-во ВСЕГЕИ, 2019. 843 с.
- Граувакки / ред. В. Д. Шутов // Тр. ГИН АН СССР. М.: Наука, 1972. Вып. 238. 345 с.
- Петтиджон Ф., Поттер П., Сивер Р. Пески и песчаники. М.: Мир, 1976. 534 с.
- Дриц В. А., Коссовская А. Г. Глинистые минералы: слюды, хлориты // Труды ГИН РАН. М.: Наука, 1991. Вып. 465. 176 с.
- Александров В. Н., Худолей А. К. Петрография и геохимия пермских отложений центральной и восточной части Охотского массива // Труды Фермановской научной сессии ГИ КНЦ РАН. 2023. С. 255–262. <http://doi.org/10.31241/FNS.2023.20.033>
- Prokopyev A. V., Toro J., Miller E. L., Gehrels G. E. The paleo-Lena River – 200 m. y. of transcontinental zircon transport in Siberia // Geology. 2008. Vol. 36. No. 9. P. 699–702. <http://doi.org/10.1130/G24924A.1>
- Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Сер. Верхояно-Колымская. Лист Q-52 – Верхоянские цепи: объяснит. записка. СПб: Изд-во ВСЕГЕИ, 2008. 335 с.
- Prokopyev A. V., Ershova V. B., Stockli D. F. Detrital Zircon U–Pb Data for Jurassic–Cretaceous Strata from the South-Eastern Verkhoyansk–Kolyma Orogen–Correlations to Magmatic Arcs of the North-East Asia Active Margin // Minerals. 2021. Vol. 11 (3). P. 1–23. <http://doi.org/10.3390/min11030291>
- Костылева В. В., Герцева М. В., Лутиков О. А., Ватрушкина Е. В., Тучкова М. И., Соколов С. Д. Палеотектоническая обстановка накопления среднеюрских отложений северо-восточного фланга Нагонджинского террейна (кряж Улахан-Сис) // Докл. РАН. Науки о Земле. 2022. Т. 507. № 2. С. 290–295. <http://doi.org/10.31857/S2686739722601818>

Статья поступила в редакцию 20 июня 2024 года

Petrographic composition of sandstones and provenance of the Middle Jurassic terrigenous deposits of the In'yali-Debin synclinorium central part (southeast of the Chersky Ridge, Sakha Republic)

Viktoriya Vasil'evna KOSTYLEVA^{1*}

Maiya Vadimovna GERTSEVA²

Marina Viktorovna GERASIMOVA^{2**}

¹Geological Institute of RAS, Moscow, Russia

²Moscow Branch of A. P. Karpinsky Russian Geological Research Institute, Moscow, Russia

Abstract

Relevance. An important task in the study of terrigenous complexes is the reconstruction of the environment of their accumulation and the identification provenances of clastic material. For objects with a complex tectonic structure, such as the Verkhoyansk-Kolyma folded region, the construction of consistent paleoreconstructions is very difficult. One of the solutions to this problem is a detailed lithological and petrographic study of sandstones, the mineral-terrigenous associations of which provide important information about the composition and evolution of provenances for sedimentary basins of the past.

Purpose of the study. It consists in to reconstruct the sources of detrital matter for the southeastern part of the Oymyakon paleobasin at the Middle Jurassic stage of the tectonic history of Northeast Asia, as well as for the practical application of the results obtained in the creation of geological maps of the third generation for the Verkhoyano-Kolyma folded region.

Methods of research. Field observations during monitoring of sets of the State Geological Map at a scale of 1: 1 000 000 (Q-54). Qualitative and quantitative assessment of rock-forming terrigenous components of sandstones from the Middle Jurassic stratas of the central part of the In'yali-Debin synclinorium.

Research results. Different petrographic compositions of sandstones from the Middle Jurassic Meredy and Kostersk Formations in the central part of the In'yali-Debin synclinorium in the southeast of the Chersky Ridge have been established, which indicates different sources of clastic material for the studied deposits developed southwest and northeast of the Charky-In'yali regional thrust. The arkosic composition of the sandstones of both formations developed southwest of the Charky-In'yali thrust confirms that these deposits belong to the Polousno-Debin terrane (In'yali-Debin part of it) and allows these deposits to be attributed to the terrigenous complex of the Verkhoyansk passive margin. The greywackes from Middle Jurassic deposits developed northeast of the Charky-In'yali thrust allows us to substantiate the presence of sedimentary strata of the Nagondzha terrane here.

Keywords: Greywackes, Arkoses, Provenance, In'yali-Debin synclinorium, Nagondzha terrane, Chersky Ridge.

Source of funding

The research was carried out within the framework of the State assignment of the Geological Institute of the Russian Academy of Sciences, topic No. FMMG-2023-0010.

REFERENCES

1. Oksman V. S. 2000, Tectonics of the Chersky collision belt (North-East Asia). Moscow, 268 p. (*In Russ.*)
2. Parfenov L. M., Kuzmin M. I. 2001, Tectonics, geodynamics and metallogeny of the territory of the Republic of Sakha (Yakutia). Moscow, 571 p. (*In Russ.*)
3. Sokolov S. D. 2010, Essay on the Tectonics of North-East Asia. *Geotektonika* [Geotectonics], no. 6, pp. 60–78.
4. Prokopiev A. V., Miller E. L., Toro H., Gehrels J. E., Soloviev A. V. 2011, Reconstruction of Mesozoic feeder provinces of the Verkhoyansk continental margin, the Kular-Nera shale belt and the Inyali-Debin synclinorium based on U–Pb dating of detrital zircons. Geological structure, stratigraphy and lithology of subduction zones, collisions and sliding of lithospheric plates and the dynamics of their interaction: Proceedings of the All-Russian Conference with international participation (Vladivostok, September 20–23, 2011). Vladivostok, pp. 123–126. (*In Russ.*)
5. Harris D. B., Toro J., Prokopiev A. V. 2012, Detrital zircon U–Pb geochronology of Mesozoic sandstones from the Lower Yana River, northern Russia. *Litosfera* [Lithosphere], vol. 5 (1), pp. 98–108. <http://doi.org/10.1130/L250.1>
6. Grinenko V. S., Baranov V. V. 2019, Upper Paleozoic and Mesozoic stages of the evolution of the Verkhoyansk terrigenous complex (transition zone "Siberian platform - Verkhoyansk-Kolyma folded region"). Geology and mineral resources of the North-East of Russia: Proceedings of the IX All-Russian scientific-practical conference, April 10–12, 2019, Yakutsk, vol. 2, pp. 33–36. (*In Russ.*)

✉ kovikto@yandex.ru

**m.gertseva@mfvsegei.ru

7. Prokopiev A. V., Stokley D., Ershova V. B., Vasiliev D. A. 2023, Reconstruction of the feeding provinces of the Triassic-Jurassic sedimentary basins of the Verkhoyansk-Kolyma folded region based on the dating of detrital zircons and constraints in creating geodynamic models. Tectonics and geodynamics of the earth's crust and mantle: fundamental problems-2023: materials of the LIV tectonic meeting, vol. 2, pp. 124–128. (In Russ.)
8. Maslov A. V., Melnichuk O. Yu., Mizens G. A., Titov Yu. V. 2019, Provenance reconstructions. Article 1. Mineralogical and petrographic approaches and methods. *Litosfera* [Lithosphere], vol. 19, no. 6, pp. 834–860. <http://doi.org/10.24930/1681-9004-2019-19-6-834-860>
9. Bychkov Yu. M. 1963, Stratigraphy and tectonics of the Artyk-Burustakha interfluvium. Materials on the geology and mineral resources of the North-East of the USSR, no. 16, pp. 163–180. (In Russ.)
10. Koren T. N., Kotlyar G. V. 2009, Decisions of the Third Interdepartmental Regional Stratigraphic Conference on the Precambrian, Paleozoic and Mesozoic of the North-East of Russia (St. Petersburg, 2002). Saint Petersburg, 268 p. (In Russ.)
11. State Geological Map of the Russian Federation. Scale 1:1,000,000 (third generation). Verkhoyansk-Kolyma Series. Sheet Q-54 – Ust-Nera: Explanatory note. Saint Petersburg, 843 p. (In Russ.)
12. Shutov V. D. 1972, Graywackes. *Trudy GIN RAN* [Proceedings of the Geological Institute of the USSR Academy of Sciences]. Moscow, issue 238, 345 p. (In Russ.)
13. Pettyjohn F., Potter P., Seaver R. 1976, Sands and sandstones. Moscow, 534 p. (In Russ.)
14. Drits V. A., Kossovskaya A. G. 1991, Clay minerals: micas, chlorites. *Trudy GIN RAN* [Proceedings of the Geological Institute of the USSR Academy of Sciences]. Moscow, issue 465, 176 p. (In Russ.)
15. Aleksandrov V. N., Khudoley A. K. 2023, Petrography and Geochemistry of Permian Sedimentary rocks in the Central and Eastern Part of the Okhotsk Massif. *Trudy Fersmanovskoy nauchnoy sessii GI KNTS RAN* [Proceedings of the Fersman Scientific Session of the Geological Institute of the Kola Science Center of the Russian Academy of Sciences], pp. 255–262. (In Russ.) <http://doi.org/10.31241/FNS.2023.20.033>
16. Prokopiev A. V., Toro J., Miller E. L., Gehrels G. E. 2008, The paleo-Lena River – 200 m. y. of transcontinental zircon transport in Siberia. *Geology*, vol. 36, no. 9, pp. 699–702. <http://doi.org/10.1130/G24924A.1>
17. 2008, State Geological Map of the Russian Federation. Scale 1:1,000,000 (third generation). Verkhoyansk-Kolyma Series. Sheet Q-52 – Verkhoyansk chains: Explanatory note. Saint Petersburg, 335 p. (In Russ.)
18. Prokopiev A. V., Ershova V. B., Stockli D. F. 2021, Detrital Zircon U–Pb Data for Jurassic–Cretaceous Strata from the South-Eastern Verkhoyansk–Kolyma Orogen–Correlations to Magmatic Arcs of the North-East Asia Active Margin. *Minerals*, vol. 11 (3), pp. 1–23. <http://doi.org/10.3390/min11030291>
19. Kostyleva V. V., Gertseva M. V., Lutikov O. A., Vatrushkina E. V., Tuchkova M. I., Sokolov S. D. 2022, Paleotectonic setting of the accumulation of Middle Jurassic deposits of the northeastern flange of the Nagondzha terrane (Ulahan-Sis ridge). *Doklady Rossiyskoy Akademii Nauk. Nauki o Zemle* [Reports of the Russian Academy of Sciences. Earth Sciences], vol. 507, no. 2, pp. 1096–1100. <http://doi.org/10.31857/S2686739722601818>

The article was received on June 20, 2024