

УДК 552.514+552.143

М.Ю. Гущина¹, А.В. Моисеев², М.И. Тучкова³**ПОЗДНЕЮРСКО-РАННЕМЕЛОВЫЕ ПЕСЧАНИКИ АЛГАНСКОЙ СВИТЫ: СОСТАВ, ПРОИСХОЖДЕНИЕ, ИСТОЧНИКИ СНОСА (СЕВЕРО-ЗАПАД КОРЯКСКОГО НАГОРЬЯ)**

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»,
119991, Москва, ГСП-1, Ленинские Горы, 1
Геологический институт РАН, 119017, Москва, Пыжевский пер., 7

Lomonosov Moscow State University, 119991, Moscow, GSP-1, Leninskiye Gory, 1
Geological Institute of the RAS, 119017, Moscow, Pyzhevsky lane, 7

Изложены результаты изучения гранулометрического и минерального составов песчаников алганской свиты. Песчаники представлены средне-мелко- и тонкозернистыми кварц-полевошпатовыми граувакками. Выделено два тектонически совмещенных литотипа песчаников, формировавшихся в двух разновозрастных бассейнах высоко- и среднескоростными мутьевыми потоками, в умеренно глубоководных морских условиях, недалеко от берега. Условия осадконакопления характерны для областей вблизи дельт и проделт. Источники бассейнов были разные, связанные с разновозрастными вулканическими постройками на севере региона.

Ключевые слова: Корякское нагорье, алганская свита, песчаники, генетические диаграммы, минералогический анализ, гранулометрический анализ.

The article presents the results of studying the petrographic and mineralogical compositions of the sandstones of the Algan formation. Sandstones represented by pelitic-fine-medium-grained quartz-feldspar lithic arenites. Two tectonically combined sandstones lithotypes found. Lithotypes were formed in two heterochronous basins by high-speed and medium-speed turbidity flows, in moderately deep marine environments, in a relatively small distance from the coast. Sedimentation was near the deltas and prodeltas. The sources of these basins were different, related to the heterochronous volcanic areas in the north of the researched region.

Key words: Koryak highland, algan formation, sandstones, genetic diagrams, mineralogical analysis, granulometric analysis.

Введение. Район исследования расположен в северо-западной части Корякского нагорья (рис. 1) и относится к Анадырско-Корякской складчатой системе (рис. 2, Б), представляющей собой континентальную окраину аккреционного типа, образованную при присоединении к континенту различных террейнов [Соколов, 2010]. К таковым относится Алганский террейн, расположенный в междуречье Анадыря, Майна и Великой (рис. 1). На его территории наиболее распространены вулканогенно-кремнисто-терригенные отложения алганской свиты (в ранних работах пекульневская свита [Кайгородцев, 1964]). Общая мощность алганской свиты оценивается в 1500 м [Гульпа, 2014]. Долгое время возраст свиты был датирован титоном–валанжином по единичным находкам бухий [Захаров, 1974]. Тематические исследования [Моисеев, 2015; Палечек и др., 2016] кремнистых пород, включенных в состав свиты, позволили обосновать их байос-готеривский возраст. Помимо этого, для кремнистых пород была обоснована инородная природа вмещающих терригенных по-

род, описано их залегание в виде тектонических пластин и олистолитов. В современных картографических материалах возраст свиты охарактеризован широким интервалом — от байоса до готерива [Легенда..., 1999; Гульпа, 2014]. Породы свиты образовались в окраинно-морских условиях на юго-востоке от позднеюрско-раннемеловой Удско-Мургальской островной дуги [Соколов, Бялобжеский, 1996]. Выше несогласно залегают терригенные породы перекатнинской свиты позднего альба–турона [Захаров, 1974; Гульпа, 2014], которые рассматриваются как отложения мелкого моря, формировавшиеся во фронтальной части Охотско-Чукотского вулканоплутонического пояса [Соколов, Бялобжеский, 1996]. Породы обеих свит трудноотличимы в полевых условиях.

Район удаленный и труднодоступный. Терригенные отложения слагают значительную долю алганской свиты, но основное внимание предшественников было сосредоточено на магматических и кремнистых породах региона [Вишневская, 1996; Тихомиров, 2010; Леднева, 2012; Моисеев и др.,

¹ ФГБУН ГИН РАН, мл. науч. с.; Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра региональной геологии и истории Земли, аспирант; e-mail: dybree@yandex.ru

² ФГБУН ГИН РАН, ст. науч. с., канд. геол.-минер. н.; e-mail: moartem@yandex.ru

³ ФГБУН ГИН РАН, гл. науч. с., докт. геол.-минер. н.; e-mail: tuchkova@ginras.ru

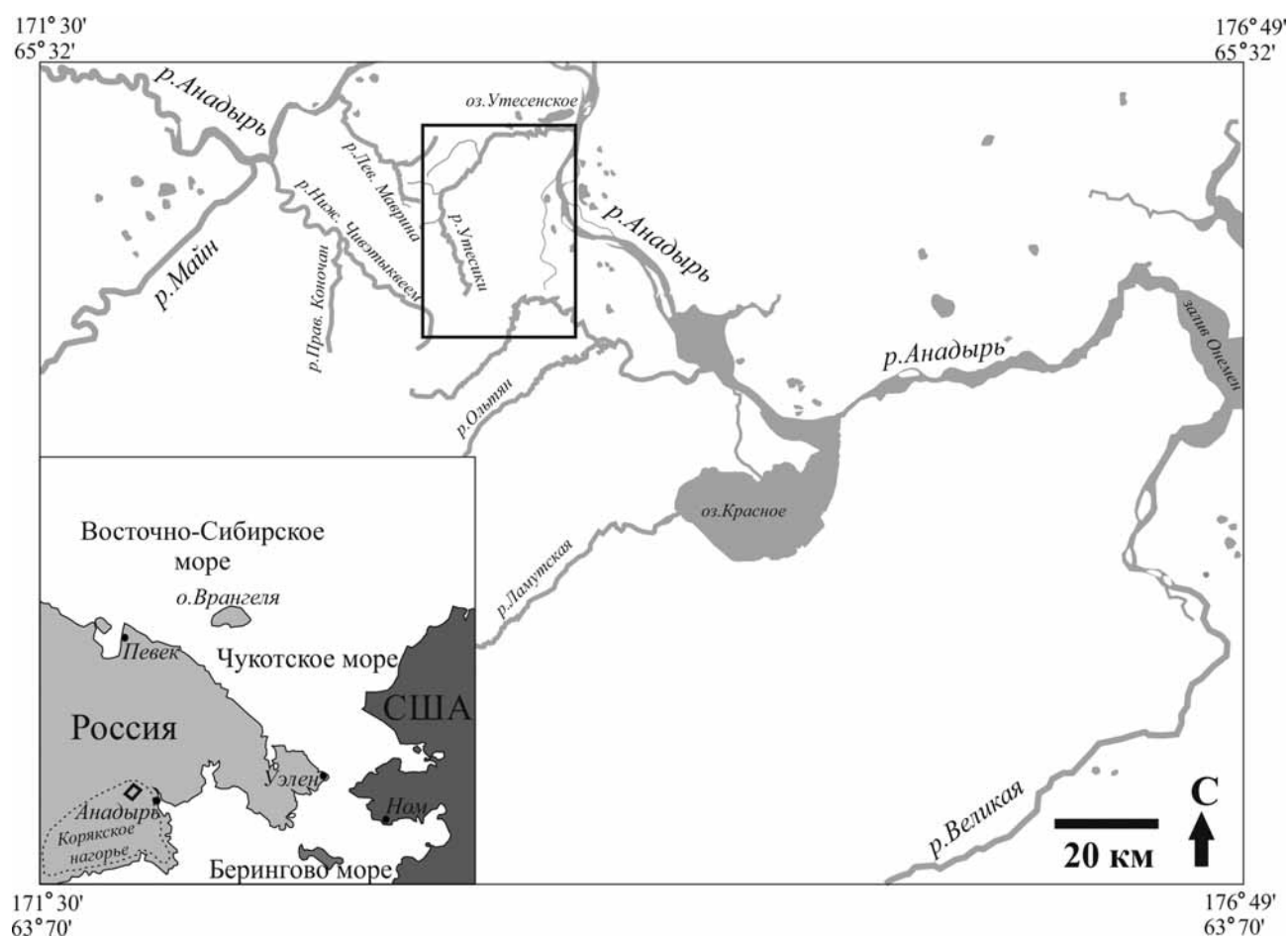


Рис. 1. Физико-географическое положение района исследований (отмечено черным квадратом)

2014; Палечек и др., 2016]. Поскольку терригенные породы в регионе слабо изучены, наша работа — одна из первых попыток применения литологических методов для выяснения минерального состава и седиментации отложений алганской свиты.

Цель статьи — определение минерального и гранулометрического состава песчаников алганской свиты, характеристик источников сноса, условий седиментации и фациальной обстановки.

Материалы и методы исследований. Приведенный ниже материал собран в ходе полевых исследований в районах рек Н. Чивэтыквеем, Перевальная, Анадырь (район устья р. Утесики), Борозда и руч. Пахучий (рис. 2, А; 3), выполненных в 2007, 2011, 2012 и 2016 гг. сотрудниками Геологического института РАН. Отложения алганской свиты чаще всего представлены невыдержанным переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов, мощность пачек от 25 до 400 м. Песчаники серо-зеленые, серые, массивные, плотные, тонко-, мелко- и среднезернистые, плохосортированные. Редко встречаются гравелиты и конгломераты, мощность пачек от 5 до 25 м. В поле распространения обломочных пород встречаются горизонты с олистолитами бордовых кремней и отдельные коренные выходы, небольшие высыпки базальтов, андезитов и бордовых, черных и зеленых кремней. Вулканиды образуют

самостоятельные горизонты мощностью не более 100 м. Для андезитов характерен массивный облик. Базальты чаще всего характеризуются подушечной отдельностью. Кремни встречаются в составе кремнисто-базальтовой ассоциации и образуют будины в базальтовом окружении. Кремнистые породы, образующие самостоятельные горизонты, датированы кимериджем—титоном и титоном—берриасом. Олистолиты кремнистых пород датированы ааленско-кимериджским интервалом [Вишневская, 1996; Моисеев, 2015; Палечек и др., 2016]. Взаимоотношение кремнисто-базальтовой ассоциации с терригенной не определено. Все породы характеризуются повышенными трещиноватостью и деформированностью, смяты в складки северо-восточного простирания.

Минеральный состав и гранулометрические параметры песчаников изучены петрографическим методом путем подсчета зерен в шлифах. Подсчет зерен при изучении минерального состава происходил по методикам В.Т. Фролова [Фролов, 1993]. Результаты подсчетов нанесены на треугольные диаграммы: Q—F—R (кварц—полевошпат—обломки пород) [Шутов и др., 1972], Lm—Ls—Lv (обломки метаморфических, осадочных и вулканических пород соответственно) и Qm—F—Lt (Qm — кварц монокристаллический, F — полевошпат, Lt — все обломки пород, включая поликристаллический

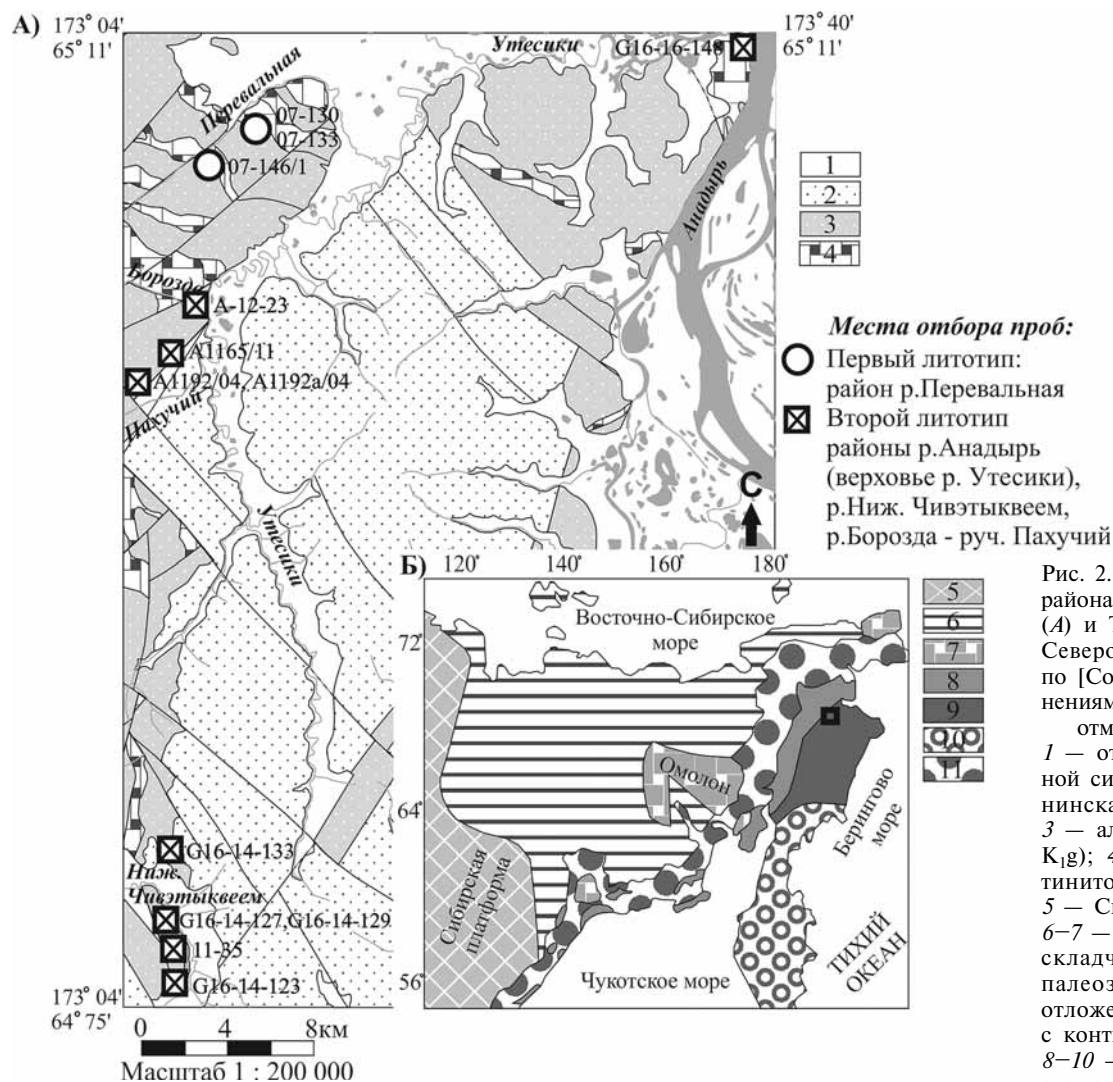


Рис. 2. Геологическая карта района работ [Гульпа, 2014] (А) и Тектоническая схема Северо-Востока Азии (Б), по [Соколов, 2010] с изменениями. Черным квадратом отмечен район работ:

1 — отложения четвертичной системы; 2 — перекатинская свита ($K_{1al}-K_{2t}$); 3 — алганская свита (J_2b-K_{1g}); 4 — меланж серпентинитовый полимиктовый; 5 — Сибирская платформа; 6–7 — Верхояно-Чукотская складчатая область (6 — палеозойско-мезозойские отложения, 7 — террейны с континентальной корой); 8–10 — Корьяско-Камчатская складчатая область (8 — Западно-Корьянская складчатая система, 9 — Анадырско-Корьянская складчатая система, 10 — Олюторско-Камчатская складчатая система); 11 — Охотско-Чукотский вулканогенный пояс

кварц Qp) [Dickinson, Suczek, 1979]. Диаграммы построены в программе TriDraw.

При изучении гранулометрического состава зерна подсчитывались по методике Н.В. Логвиненко [Логвиненко, 1986]. Результаты нанесены на кумулятивные кривые. С кумулятивных кривых сняты 25, 50, 75%-е квартили, 10 и 90%-е перцентили и 1%-ный квантиль, который характеризует максимальную подъемную мощность потока. На основе полученных значений квартилей рассчитаны гранулометрические коэффициенты сортировки и асимметрии [Логвиненко, 1986]:

$$S = \sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}},$$

где S — коэффициент сортировки, Q_3 — 75%-ный квартиль, мм, Q_1 — 25%-ный квартиль, мм;

$$A = \frac{Q_1 Q_3}{Q_2^2},$$

где A — коэффициент асимметрии П. Траска [Trask, 1932], Q_3 — 75%-ный квартиль, мм, Q_2 —

50%-ный квартиль или медиана, Q_1 — 25%-й квартиль, мм.

Исходя из полученных значений 10%- и 90%-ных перцентилей рассчитан эксцесс по следующей формуле [Крашенинников, 1988]:

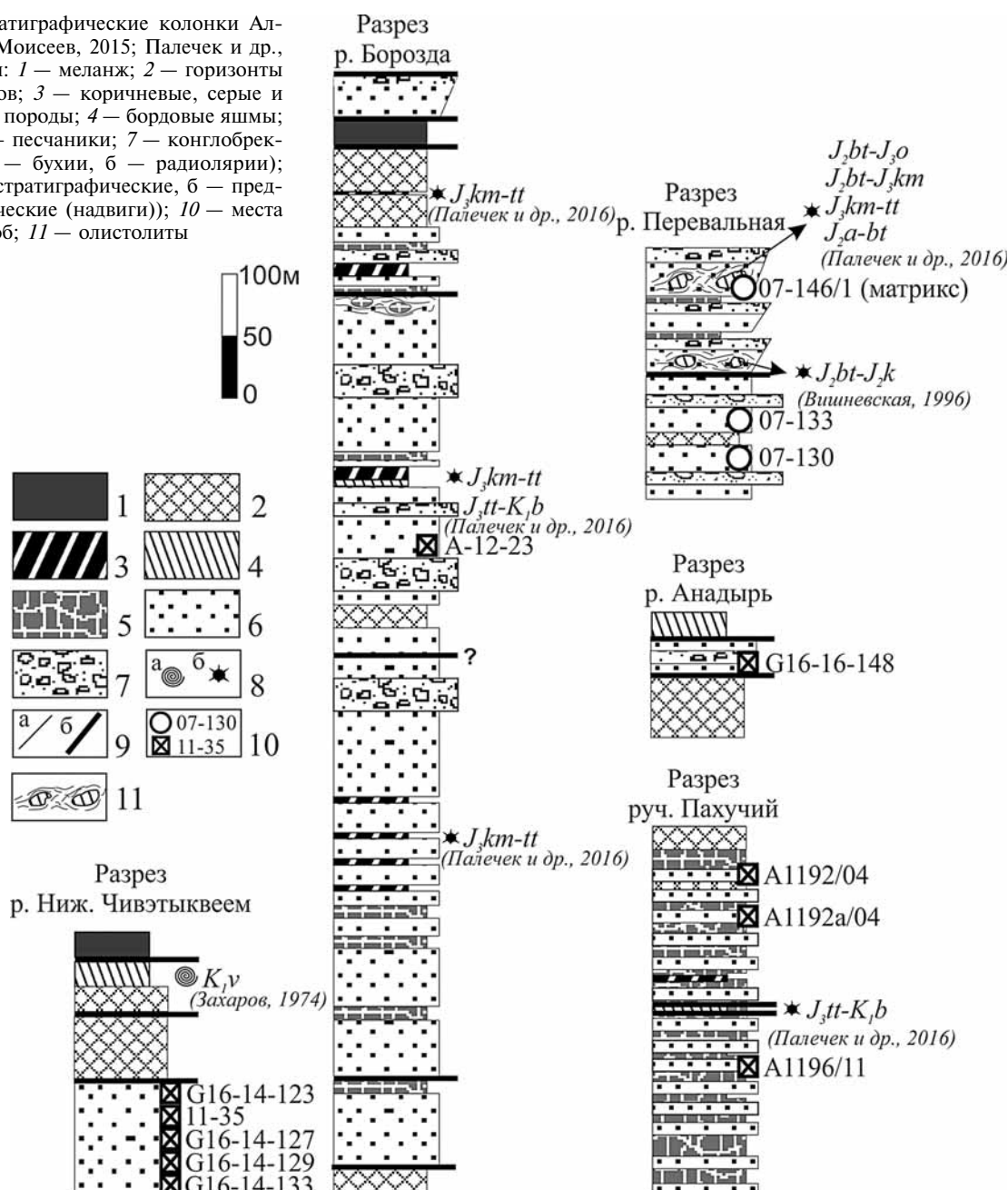
$$Ex = \frac{Q_3 - Q_1}{2 \cdot (P_{90} - P_{10})},$$

где Ex — эксцесс, Q_3 и Q_1 — 75%- и 25%-ные квартили соответственно, P_{90} — 90%-ный перцентиль, P_{10} — 10%-ный перцентиль.

По полученным коэффициентам в программе Excel построены диаграммы: Г. Рожкова, Р. Пасеги, К. Бьёрликке [Рожков, 1974; Рейнек, Сингх, 1981; Bjorlykke, 1989]

Результаты исследования и их обсуждение. Петрографический количественный анализ показал, что песчаники алганской свиты представлены кварц-полевошпатовыми граувакками, единичные образцы попадают в область полевошпатовых граувакк и граувакковых аркозов (рис. 4), плохосортированными с плохосортированными компонентами.

Рис. 3. Тектоно-стратиграфические колонки Алганской свиты, по [Моисеев, 2015; Палечек и др., 2016] с изменениями: 1 — меланж; 2 — горизонты базальтов и андезитов; 3 — коричневые, серые и зеленые кремнистые породы; 4 — бордовые яшмы; 5 — алевролиты; 6 — песчаники; 7 — конглобрекции; 8 — фауна (а — бухии, б — радиолярии); 9 — контакты (а — стратиграфические, б — предполагаемые тектонические (надвиги)); 10 — места отбора проб; 11 — олистоциты



Встречаются зерна обломков пород средней и хорошей окатанности. Кварц представлен моно- и поликристаллическими разностями, чаще всего неправильной формы, с рвано-волнистыми краями, иногда угловатыми и округлыми. Полевые шпаты трещиноватые, как неправильной угловатой формы, так и идиоморфной таблитчатой с полисинтетическими двойниками. Большая часть зерен плагиоклазов подвержена альбитизации, некоторые зерна представлены андезином, иногда с характерной зональностью, редко встречаются зерна лабрадора. Полевые шпаты и обломки вулканических пород замещены до полных псевдоморфоз вторичными слюдястыми минералами.

По петрографическому составу выделяются 2 литотипа песчаников.

1. Песчаники в районе р. Перевальная сложены зернами кварца (5–11%), полевых шпатов,

включая поликристаллические плагиоклазы и калиевые полевые шпаты (34–51%), обломками пород (38–56%). Зерна кварца иногда представлены вулканическими разностями с резорбированными контурами. Для андезина часто характерна зональная структура (рис. 5, а). Среди обломков пород преобладают вулканические породы (86–93%) основного и среднего состава и вулканического стекла. Обломки пород основного состава часто представлены фрагментами спилитов, как неокатанными (рис. 5, б), так и окатанными (рис. 5, в). Метаморфические породы (0–6%) представлены кварцитами, метаосадочными и метавулканическими образованиями. Обломки осадочных пород (1–7%) — алевролиты, аргиллиты, карбонаты, кремни. Присутствуют единичные обломки раковин двустворчатых моллюсков и фораминифер (рис. 5, г). Объем цемента составляет 5–10%.

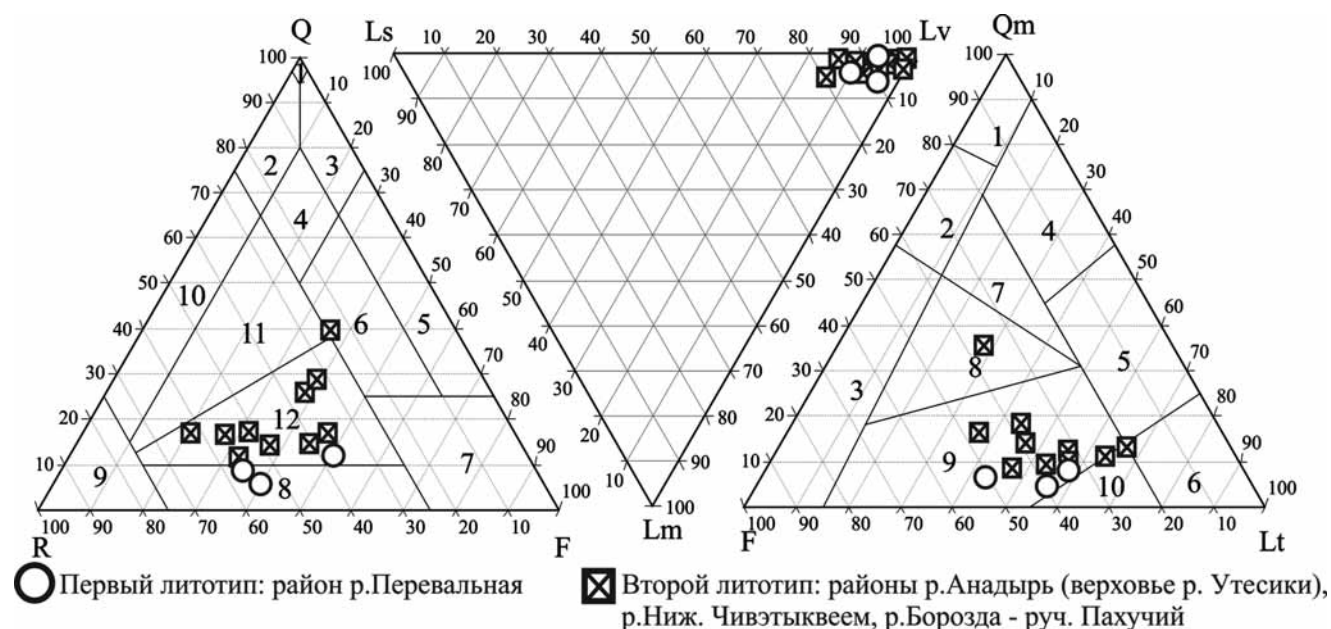


Рис. 4. Диаграмма минерального состава песчаников В.Д. Шутова [Шутов, 1972] (А): Q — кварц, F — полевые шпаты, R — литокласты: 1 — мономинеральные кварцевые, 2 — кремнеклитикварцевые, 3 — полевошпатово-кварцевые, 4 — мезомикто-кварцевые, 5 — собственно аркозы, 6 — граувакковые аркозы, 7 — поле пород не терригенного происхождения, 8 — полевошпатовые граувакки, 9 — собственно граувакки, 10 — кварцевые граувакки, 11 — полевошпатово-кварцевые граувакки, 12 — кварцево-полевошпатовые граувакки; Диаграмма эволюции состава обломков пород (Б): Lm — обломки метаморфических пород (кварциты), Ls — обломки пород осадочного происхождения, Lv — обломки вулканических пород; а также треугольная диаграмма (В) Qm—F—Lt (Qm — кварц монокристаллический, F — полевой шпат, Lt — все обломки пород, включая поликристаллический кварц Qp), по [Dickinson, Suczek, 1979]: 1 — породы древних платформ, преимущественно кварцевые; 2 — окраинных морей, полевошпатово-кварцевые; 3 — породы выступов кристаллического фундамента, полевошпатовые; 4 — кварцевые переработанные, кварцевые литические; 5 — переходные переработанные, кварцевые литические; 6 — литические переработанные, литические; 7 — смешанные; 8 — расчлененных островных дуг, полевошпатово-литические; 9 — переходных островных дуг, литически полевошпатовые; 10 — нерасчлененных (активных) островных дуг, литические.

Первичный цемент по составу вулканогенно-глинистый, закрытый поровый, чаще всего сплошной равномерный, не взаимодействует с веществом обломочных зерен. Для некоторых образцов характерно наличие вторичного карбоната, развивающегося по цементу (до 7%) и полевым шпатам.

2. Песчаники районов рек Н. Чивэтыквеем, Анадырь, Борозда и руч. Пахучий сложены зернами кварца (11–39%), полевых шпатов (20–45%), обломками пород (24–63%). Характерен вулканический кварц с резорбированными контурами (рис. 5, д). Среди обломков пород преобладают вулканические породы (81–98%) среднего и кислого состава, вулканическое стекло. Встречаются обломки гранитоидов, в виде сростков кварца и полевых шпатов (рис. 5, е). Среди метаморфических пород (1–5%) установлены кварциты, метаосадочные и метавулканические образования. Обломки осадочных пород (0–14%) — алевролиты, аргиллиты, карбонаты, кремни. Встречаются крупные фрагменты интракластов алевролитов, аргиллитов в виде слаболитифицированных окатышей, иногда кливажированных и вытянутых в одном направлении (рис. 5, ж). Характерно наличие биотита (рис. 5, д, з) и частично хлоритизированной слюды с голубыми интерференционными окрасками (до 2%). Слюды кливажированы, часто замещены хлоритом. Объем цемента составляет 7–12%. Цемент по составу серицитовый или гли-

нистый, контурный, сплошной, иногда неравномерный, пленочный.

Гранулометрический анализ показал, что песчаники алганской свиты в основном средне-мелкозернистые и тонко-мелкозернистые, плохосортированные. Зерна песчаников в районе р. Перевальная крупнее, чем в отложениях других районов. Зерна песчаников в районе р. Борозда и руч. Пахучий мельче зерен на р. Перевальная, но крупнее зерен на р. Н. Чивэтыквеем. Медианный размер зерен в песчаниках на р. Перевальной — 0,17–0,25 мм, на р. Борозда и руч. Пахучий — 0,14–0,20 мм, на р. Н. Чивэтыквеем — 0,08–0,16 мм (рис. 6). Отложения свиты в районе р. Анадырь представлены гравелитом, что исключает возможность достоверно оценить размер зерен в шлифах, поэтому их гранулометрические параметры нанесены на гранулометрические диаграммы и не сравниваются с остальными пробами.

На динамо-генетической диаграмме Г.Ф. Рожкова. [Рожков, 1974] (рис. 7) с осями координат эксцесс (Е)—асимметрия (А) точки образцов попадают в поле III, что свидетельствует о действии сильных речных или вдольбереговых течений, и соответствует как континентальным речным, так и прибрежно-морским фациям.

На генетической диаграмме Р. Пассеги [Рейнек, Сингх, 1981] (рис. 8), отложения алганской свиты сформировали несколько групп в соответ-

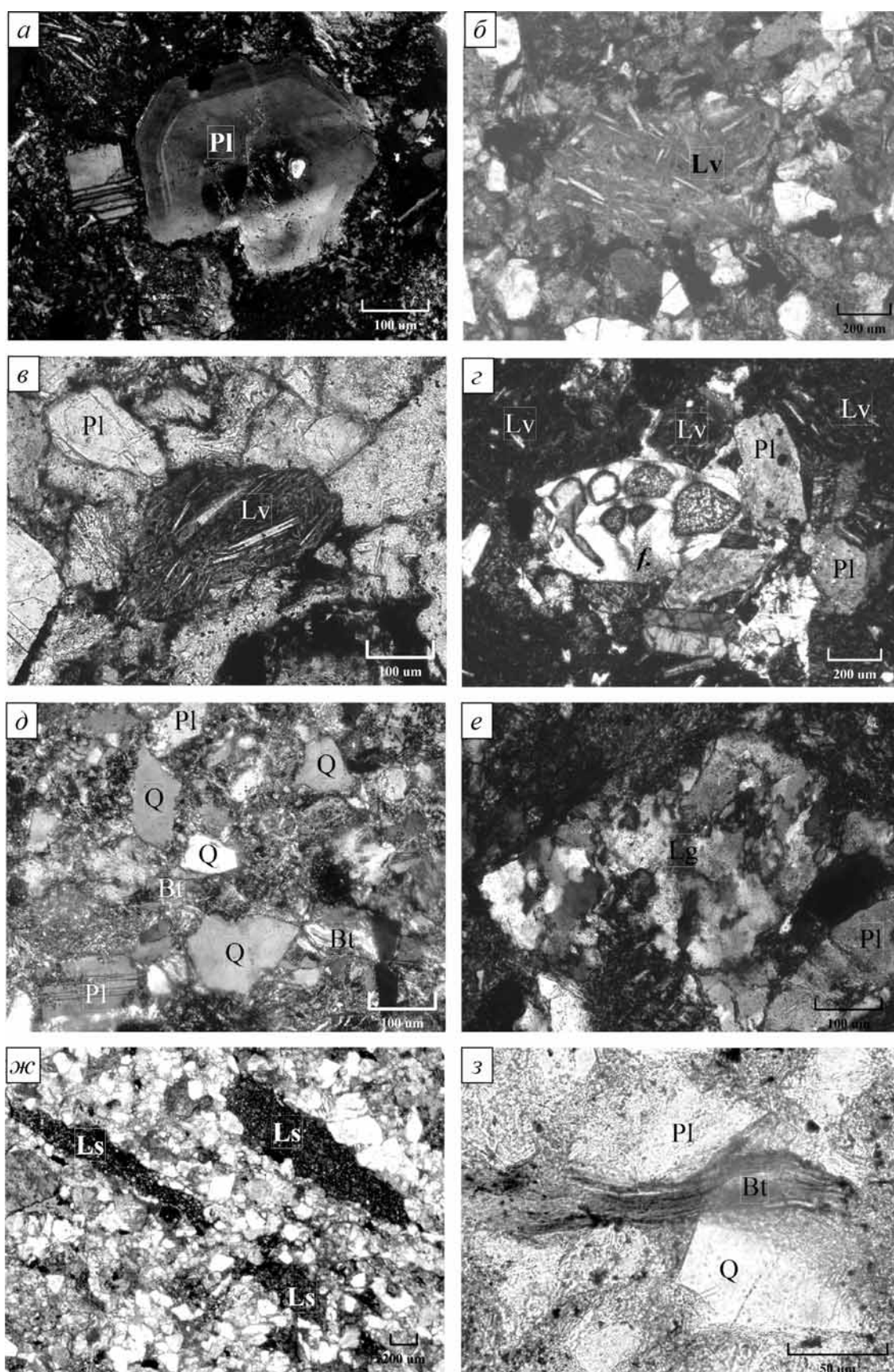


Рис. 5. Фото шлифов песчаников алганской свиты. Масштабная линейка в правом нижнем углу снимка: *a* — андезин с зональной структурой (Pl), шлиф № 07-130, с анализатором; *б* — фрагмент слабоокатанного спилита (Lv), шлиф № 07-146/1, без анализатора; *в* — обломок окатанного спилита (Lv), шлиф № 07-130, без анализатора; *г* — обломок раковины фораминиферы (*f*), шлиф № 07-130, с анализатором; *д* — зерна кварца с резорбированными контурами (Q), шлиф № 11-35, с анализатором; *е* — обломок гранитоида (Lg), шлиф № A1192a/04, с анализатором; *ж* — интракласты алевролитов (Ls), шлиф № G16-16-148, без анализатора; *з* — кливажированный биотит (Bt), шлиф № G16-14-129, без анализатора

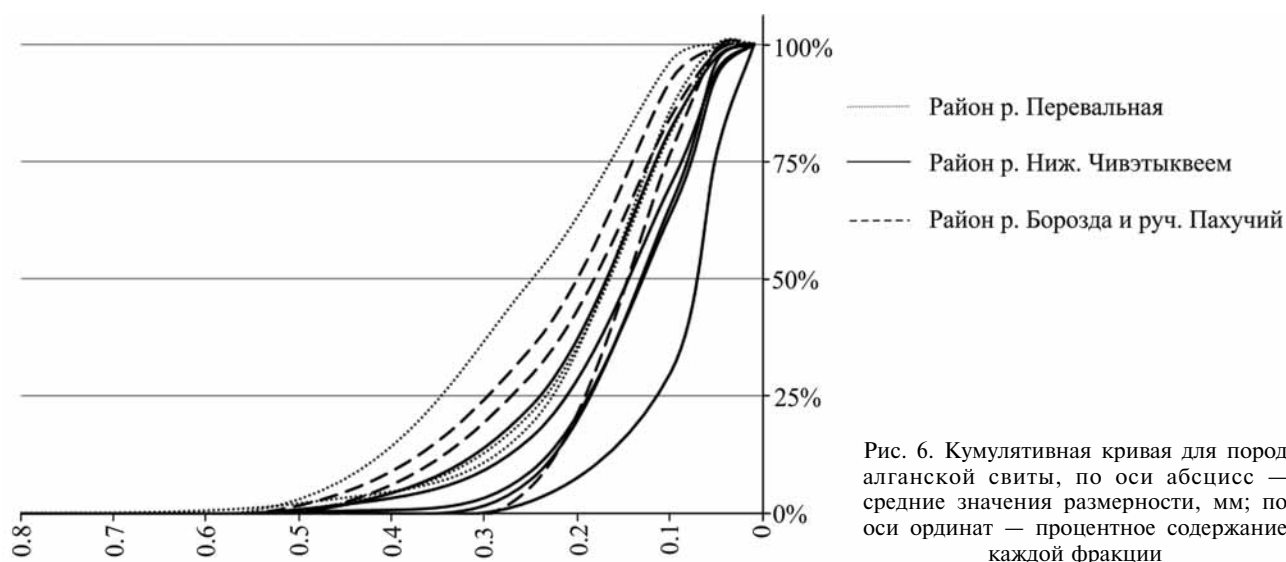


Рис. 6. Кумулятивная кривая для пород алганской свиты, по оси абсцисс — средние значения размерности, мм; по оси ординат — процентное содержание каждой фракции

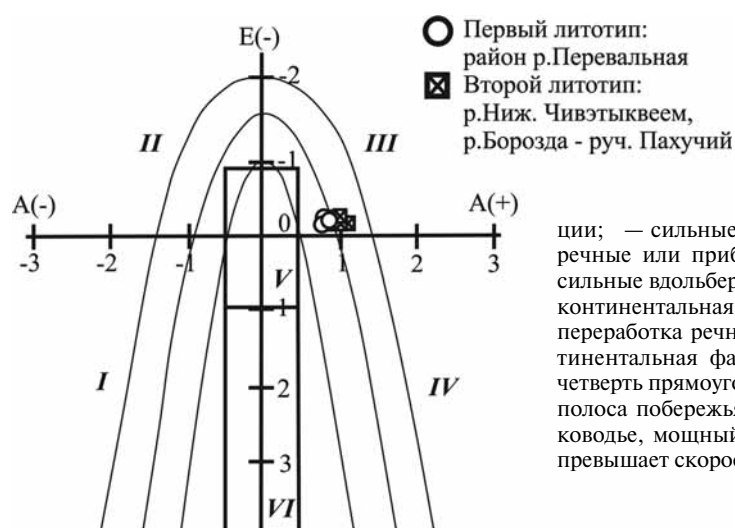


Рис. 7. Динамо-генетическая диаграмма Г.Ф. Рожкова [Рожков, 1974] для пород алганской свиты. Поля: — донные течения или мутьевые потоки — морские фации; гидромеханическое или физическое разрушение магматических пород, эрозия горных пород морского происхождения — континентальные фации областей сноса, коры выветривания; — слабые, преимущественно речные течения — континентальные речные фации; — сильные речные или вдольбереговые течения — континентальные речные или прибрежно-морские фации; — выход волн на мелководье, сильные вдольбереговые течения, накат волн — прибрежно-морские фации, континентальная микрофация пляжей больших равнинных рек; — эоловая переработка речных осадков — верхняя половина прямоугольника — континентальная фация пустынь (континентальные дюны); нижняя правая четверть прямоугольника — волновые процессы на мелководье, нейтральная полоса побережья, — прибрежно-морская фация; — выход волн на мелководье, мощный накат — прибой, скорость динамической пересортировки превышает скорость привноса обломочного материала — прибрежная фация огромных открытых акваторий

стии с литотипами. Породы первого литотипа попали в область осадков взвеси с некоторым количеством осадков перекачивания (отложения течений с высокой скоростью). Породы второго литотипа относятся к области отложений течений со средней скоростью, проба A1192a/04 попала в область осадков взвеси с некоторым количеством осадков перекачивания (отложения течений с высокой скоростью), проба 11–35 — в область однородных осадков взвеси (отложения течений с низкой скоростью).

По соотношению отсортированности к асимметрии песчаники относятся к турбидитовым (рис. 9). Отложения в районе р. Перевальная сортированы лучше, чем отложения в районах р. Н. Чивэтыквеем, р. Борозда и руч. Пахучий.

Таким образом, породы первого литотипа характеризуются наибольшими размерами зерен, лучшей сортировкой, сформированы высокоскоростными потоками. Породы второго литотипа отличаются наименьшими размерами зерен, худшей сортировкой, образованы в условиях потока со средними скоростями.

В ходе исследования песчаников алганской свиты установлен их минеральный и гранулометрический состав. Показано, что они представлены в основном кварцево-полевошпатовыми граувакками. В результате анализа состава пород, которые богаты обломками вулканитов, сделано предположение, что их накопление происходило синхронно с вулканизмом. О пирокластическом происхождении свидетельствует наличие основных и средних плагиоклазов (андезин, лабрадор), обладающих наименьшей химической устойчивостью [Ван, Казанский, 1985]. Их присутствие считается индикатором одноциклического образования [Шутов и др., 1972; Ван, Казанский, 1985]. По соотношению кварца, полевых шпатов и литокластов можно предположить, что вулканизм был связан с вулканической дугой (рис. 5, В).

Все песчаники по соотношению сортированности и асимметрии соответствуют турбидитам (рис. 9), по соотношению коэффициентов асимметрии и эксцесса — отложениям сильных речных или вдольбереговых течений, т.е. континентальным речным и прибрежно-морским фациям

(рис. 8). Присутствие в отложениях морской фауны исключает образование пород в континентальных условиях. А в условиях вдольбереговых течений, в прибрежно-морских обстановках накапливается хорошо сортированный материал, тогда как все изученные песчаники сортированы плохо. Поэтому осадконакопление, вероятно, было связано с конусами выноса подводных дельт. Эти обстановки осадконакопления коррелируют деятельность и речных, и прибрежно-морских процессов. Плохие сортировка и степень окатанности пород, а также наличие в составе песчаников нестабильных компонентов (полевые шпаты, кливажированные обломки аргиллитов, спилиты) свидетельствуют о близости источника сноса. Таким образом, осадок формировался турбидитами в умеренно глубоководной обстановке недалеко от дельт, поставлявших обломочный материал для дальнейшего переноса.

В ходе исследования в составе алганской свиты выделено два литотипа. По вещественному составу первый литотип, приуроченный к северной части района, характеризуется низким содержанием кварца, большим количеством обломков основных и средних вулканитов. Второй литотип, приуроченный к южной части, характеризуется более высоким содержанием кварца, большим количеством обломков кислых и средних вулканитов, фрагментами гранитоидов, крупными интракластами терригенных пород, зернами биотита. Таким образом, каждый литотип характеризуется своими источниками сноса. Для первого литотипа источник сноса поставлял вулканиты среднего и основного состава. Для второго литотипа характерно несколько источников сноса: гранитоиды, терригенные породы и вулканиты кислого и среднего состава.

Различия в составе источников сноса могут быть связаны с изменением состава размываемых комплексов вулканической дуги по простиранию. Так, источником сноса для вулканитов могли быть разные комплексы Удско-Мургадской островной дуги, существовавшей в то время. Хотя большое количество кислых вулканитов не характерно для этой дуги [Теоретические..., 1999]. Источником

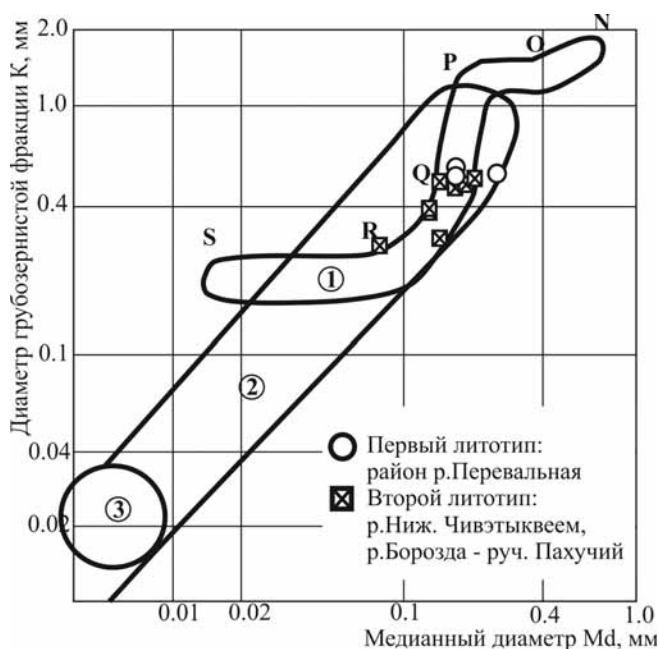


Рис. 8. Диаграмма SM для определения способа переноса осадков, по [Рейнек, Сингх, 1981], где С — 1%-ный квантиль, а М — 50%-ный квантиль или медианный размер. N—O — осадки перекачивания; O—P — осадки перекачивания с незначительным количеством осадков взвеси; P—Q — осадки взвеси с некоторым количеством осадков перекачивания (отложение течений с высокой скоростью); Q—R — отложение течений со средней скоростью; R—S — однородные осадки взвеси (отложение течений с низкой скоростью); 1 — отложения потоков; 2 — турбидитные отложения; 3 — осадки, отложенные из взвеси в спокойных водах

гранитоидов мог служить фундамент Удско-Мургадской дуги. Источником терригенных пород, вероятно, были нижележащие разновозрастные, частично литифицированные осадки.

Однако по гранулометрическому составу первый литотип характеризуется большим средним размером зерен, и он формировался более высокоскоростными потоками, чем второй литотип (рис. 8). Изменение скорости потока при формировании различных литотипов может быть связано либо с образованием веерообразного конуса выноса, где по закону Бернулли при увеличении сечения русла скорость потока уменьшается, либо с затуханием силы потока. Следовательно, накопление пород второго литотипа происходило

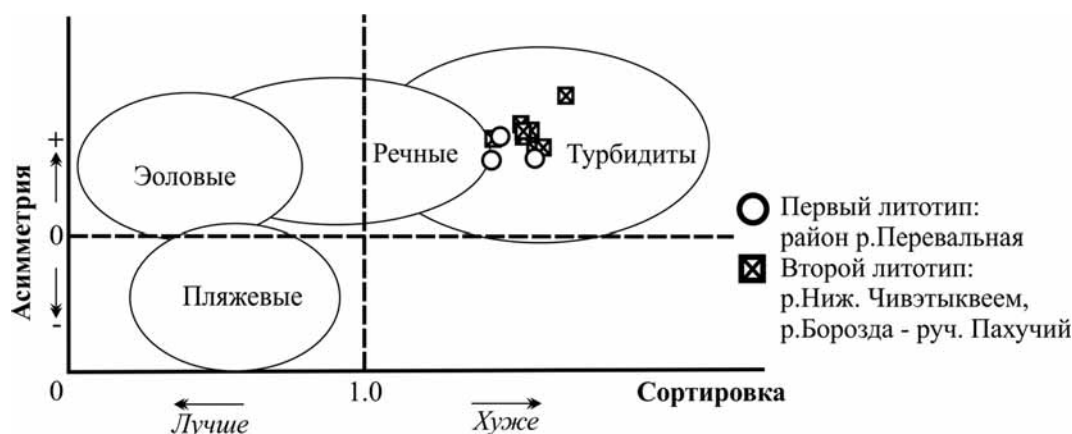


Рис. 9. Соотношение отсортированности к асимметрии в песчанниках алганской свиты, по [Bjorlykke, 1989]

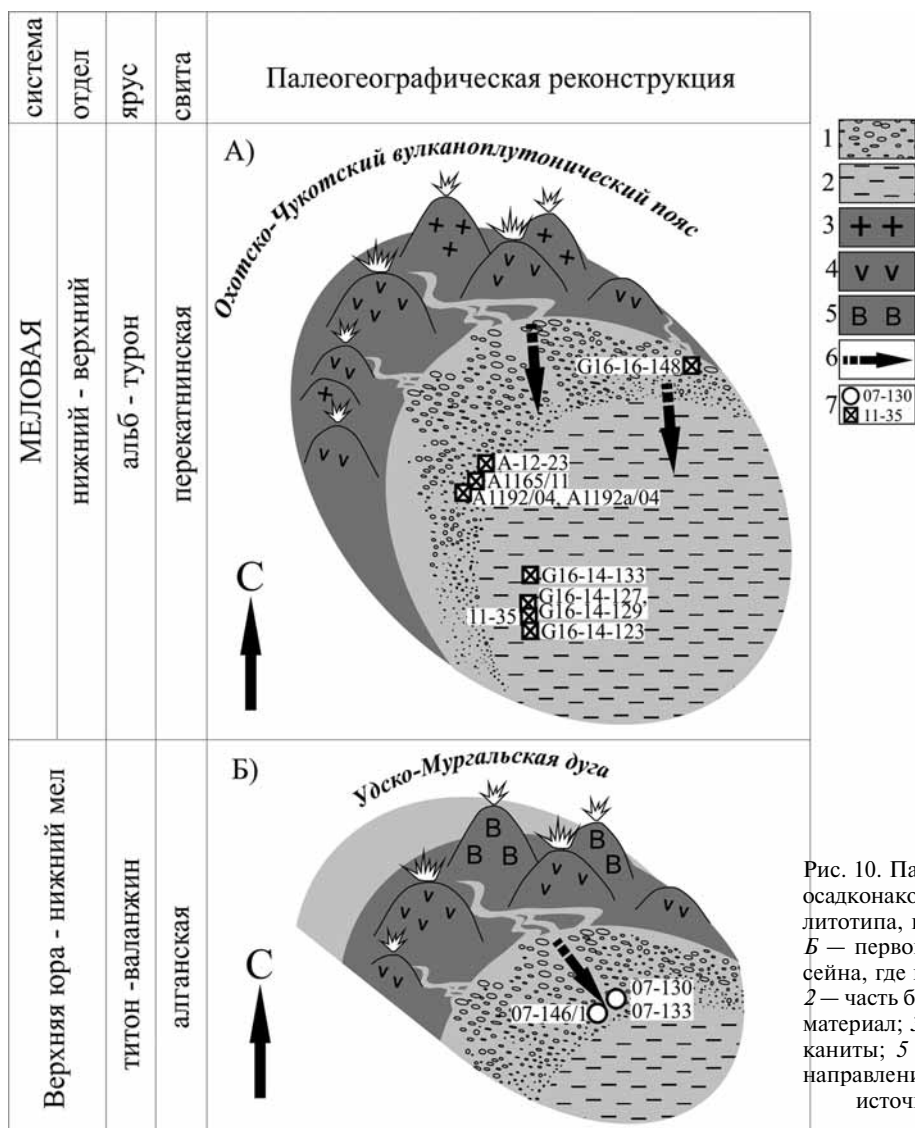


Рис. 10. Палеогеографическая реконструкция условий осадконакопления для пород: А — второго (южного) литотипа, по [Гушина и др., 2019] с изменениями; Б — первого (северного) литотипа: 1 — часть бассейна, где накапливается более крупный материал; 2 — часть бассейна, где накапливается более мелкий материал; 3 — кислые вулканы; 4 — средние вулканы; 5 — основные вулканы; 6 — основные направления миграции обломочного материала от источника сноса; 7 — места отбора проб

дальше от источника сноса, чем пород первого литотипа. Но породы первого литотипа сортированы лучше, чем породы второго литотипа, что противоречит направлению миграции материала от первого литотипа ко второму, так как в процессе миграции материала сортировка обычно улучшается. Поэтому можно считать, что осадконакопление каждого литотипа происходило отдельно, за счет различных систем мутьевых потоков.

Кроме того, установлены пространственные изменения значений среднего размера зерен и сортировки для второго литотипа. Наблюдается уменьшение среднего размера зерен и улучшение окатанности материала от разностей второго литотипа, расположенных севернее (р. Анадырь), к более южным разностям (р. Н. Чивэтыквеем). Так, результаты гранулометрического анализа указывают на южное положение области осадконакопления второго литотипа по отношению к источникам сноса. Но первый литотип расположен на севере региона, а второй — на юге, при этом первый литотип не содержит обломков кислых вулканитов и терригенных пород, которые присутствуют

во втором литотипе, хотя направления миграции материала указывают на поступление обломочного материала с севера, т.е с области осадконакопления первого литотипа. Таким образом, результаты гранулометрического анализа указывают на смену литотипов вкострости простираения вулканической постройки. Подобное расположение, отличия источников сноса и способов миграции материала литотипов связаны, скорее, с их образованием в разные интервалы времени, за счет размыва разновозрастных вулканических построек.

Алганскую свиту перекрывают альб-туронские терригенные отложения перекатнинской свиты (рис. 4) [Захаров, 1974; Гульпа, 2014], которые рассматриваются как отложения мелкого моря, формировавшиеся во фронтальной части Охотско-Чукотского вулканоплутонического пояса [Соколов, Бялобжеский, 1996]. Пород перекатнинской свиты характеризуются следующим содержанием: кварц (7–28%), полевые шпаты (20–41%), обломки пород (40–71%), среди которых преобладают обломки вулканитов кислого и среднего состава, гранитоидов, присутствуют окатыши алевролитов,

иногда вытянутых в одном направлении [Гушина и др., 2019].

Источником сноса для пород перекатнинской свиты был Охотско-Чукотский вулканоплутанический пояс, поставлявший большое количество кислой вулканокластики. Минеральный состав перекатнинской свиты и южного литотипа в составе алганской свиты сходен. Не исключено, что второй литотип, выделенный в результате наших исследований, представляет более молодые породы, чем считалось ранее, и должен быть отнесен к перекатнинской свите. Эти утверждения требуют подтверждения геохронологическими данными, которых пока нет.

В результате обобщения полученных данных построена палеогеографическая модель формирования изученных пород (рис. 10). На ней показано, что миграция материала первого литотипа (северного) происходила с северо-запада на юго-восток (в современных координатах). Материал поступал за счет разрушения активно действующей Удско-Мургальской дуги, существовавшей в то время на северо-западе региона в позднеюрское–раннемеловое время. Миграция материала второго (южного) литотипа происходила с севера на юг (в современных координатах). Скорее всего, это была часть Охотско-Чукотского вулканоплутанического пояса, уже функционировавшего в альбско-туронское время и поставлявшего большое количество кислого материала. Осадконакопление отложений происходило в морских условиях недалеко от берега и было связано с конусами выноса подводных дельт.

Заключение. Среди песчаников алганской свиты выявлено два литотипа. Накопление северного литотипа происходило синхронно с вулканизмом, обеспечивавшим поступление большого количества вулканического материала основного

и среднего состава. Источником, вероятно, была часть Удско-Мургальской дуги, существовавшей в позднеюрское–раннемеловое время. Отложения накапливались в морских условиях высокоскоростными мутьевыми потоками в умеренно-глубоководной обстановке, в сравнительно небольшой удаленности от берега, где реки (их дельты) составляли обломочный материал. Условия осадконакопления можно соотнести с обстановками, характерными для конусов выноса подводных дельт.

Накопление южного литотипа происходило синхронно с вулканизмом, который поставлял большое количество вулканического материала кислого и среднего состава. Вместе с вулканитами в бассейн поступали фрагменты фундамента вулканической постройки, представленные гранитоидами, и продукты размытия терригенных комплексов. Источник сноса был расположен на севере региона. Наиболее вероятно, что это была вулканическая система Охотско-Чукотского вулканоплутанического пояса. Отложения образовались за счет мутьевых потоков со средней скоростью в морских условиях, недалеко от берега вблизи речных дельт. Условия осадконакопления можно соотнести с обстановками, характерными для конусов выноса подводных дельт.

Отложения бассейнов формировались в разные периоды времени и при активности разных вулканических построек.

Финансирование. Статья подготовлена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 19-35-90126). Подготовка проб проведена за счет средств гранта РФФИ (проект мол_а_вед № 18-35-20037). Базовое финансирование сотрудников — за счет субсидий по государственному заданию ГИН РАН (тема № 0135-2019-0078).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Ван А.В., Казанский Ю.П. Вулканокластический материал в осадках и осадочных породах. Новосибирск: Наука, 1985. 127 с.

Вишневская В.С., Филатова Н.И. Радиоляриевая биостратиграфия мезозоя Северо-Востока России // Тихоокеанская геология. 1996. Т. 15, № 1. С. 16–43.

Гульня И.В. Объяснительная записка к Геологической карте Российской Федерации масштаба 1:200 000. Корякская серия. Лист Q-59-XXIX, XXX (Отроженская площадь). СПб.: ВСЕГЕИ, 2014.

Гушина М.Ю., Моисеев А.В., Тучкова М.И. Туфопесчаники перекатнинской свиты: состав, происхождение, источники сноса (Усть-Бельские горы, Корякское нагорье) // Литосфера. Т. 2019, № 3. С. 372–385.

Захаров В.А. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Анадырская. Лист Q-59-XXIX // Ред. Г.Г. Кайгородцев. М.: Аэрогеология, 1974.

Кайгородцев Г.Г. О возрасте кремнисто-вулканогенных образований междуречья Майн–Великая // Мат-лы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока СССР. Вып. 17. Магадан, 1964. С. 104–115.

Крашенинников Г.Ф., Волкова А.Н., Иванова Н.В. Учение о фациях с основами литологии. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988. 214 с.

Легенда Корякской серии Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:200 000 (Чукотская часть). Анадырь, 1999. 120 с.

Логвиненко Н.В., Сергеева Э.И. Методы определения осадочных пород. Л.: Недра, 1986. 240 с.

Леднева Г.В., Базылев Б.А., Лебедев В.В. и др. U-Pb возраст цирконов из габброидов Усть-Бельского мафит-ультрамафитового массива (Чукотка) и его интерпретация // Геохимия. 2012. № 1. С. 48–59.

Моисеев А.В. Структура и история тектонического развития Усть-Бельского сегмента Западно-Корякской складчатой системы (Северо-Восток России, Корякия): Автореф. к дисс. М., 2015.

Моисеев А.В., Соколов С.Д., Хаясака Я. Вулканогенно-осадочный комплекс Отроженской пластины Усть-Бельского террейна, Западная Корякия // Геотектоника. 2014. № 3. С. 30–49.

Палечек Т.Н., Моисеев А.В., Гульня И.В. Тектоностратиграфия мезозойских комплексов северо-западной

части Корякского нагорья, район Усть-Бельских гор // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2016. Т. 24, № 4. С. 55–81.

Рейнек Г.Э., Сингх И.Б. Обстановки терригенного осадконакопления. М.: Недра, 1981. 439 с.

Рожков Г.Ф., Соловьев Б.С. Результаты систематизации дробных ситовых анализов // Литология и полезные ископаемые. 1974. № 5. С. 110–117.

Соколов С.Д. Очерк тектоники северо-востока Азии // Геотектоника. 2010. № 6. С. 60–78.

Соколов С.Д., Бялобжеский С.Г. Террейны Корякского нагорья // Геотектоника. 1996. № 6. С. 68–80.

Теоретические и региональные проблемы геодинамики. М.: Наука, 1999. (Тр. ГИН РАН; вып. 515). 279 с.

Тихомиров П.Л. Возраст плагиогранитов Усть-Бельского офиолитового массива (Западно-Корякская

складчатая система) по данным SHRIMP U-Pb датирования цирконов // Докл. РАН. Сер. геол. 2010. Т. 434, № 3. С. 222–226.

Фролов В.Т. Литология: Учеб. пособие. Кн. 2. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1993. 432 с.

Шутов В.Д., Коссовская А.Г., Муравьев В.И. и др. Граувакки. М.: Наука, 1972. 345 с.

Bjorlykke K. Sedimentology and Petroleum Geology. Berlin-Heidelberg: Springer Verlag, 1989. 363 p.

Dickinson W.R., Suczek C.A. Plate tectonics and sandstone compositions // AAPG Bull. 1979. Vol. 63, N 12. P. 2164–2182.

Trask P.D. Origin and environment of source sediments of petroleum. Gulf. publ. Co. Houston, 1932. 323 p.

Поступила в редакцию 00.00.2020

Поступила с доработки 00.00.2020

Принята к публикации 00.00.2020