

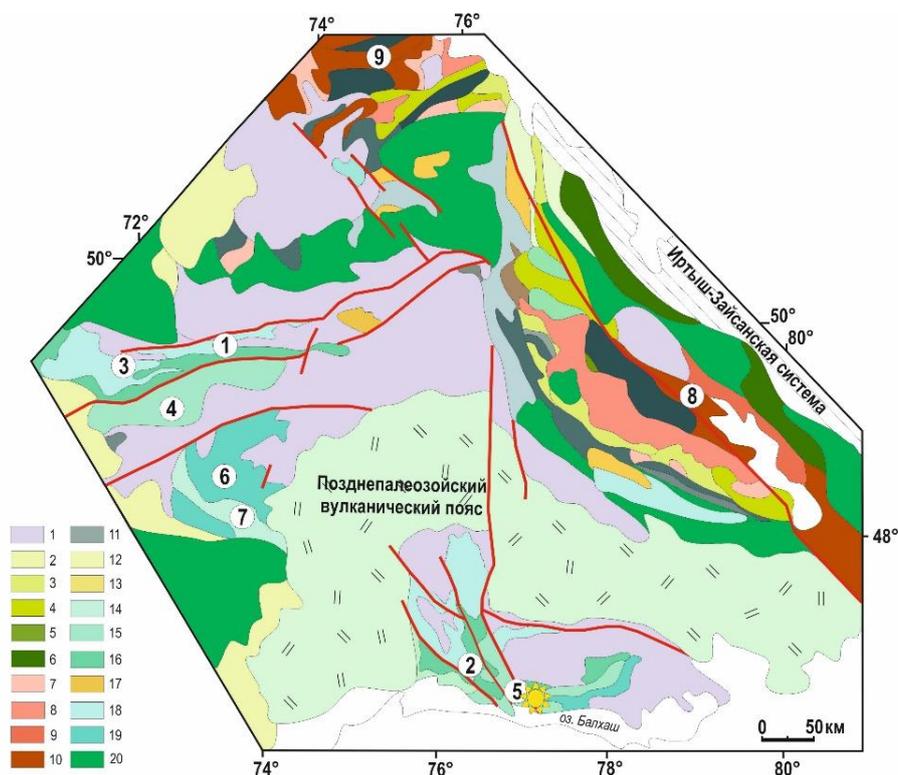
Источники и тектонические обстановки формирования терригенных пород Итмурундинского аккреционного комплекса (северное Прибалхашье, центральный Казахстан)

Перфилова А.А.^{1,2}, Сафонова И.Ю.^{1,2}, Савинский И.А.²

¹ Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, p.alina2808@mail.ru

² Новосибирский государственный университет

Итмурундинский аккреционный комплекс (АК) расположен в Итмурундинской зоне центрального Казахстана, в северном Прибалхашье (рис. 1). В его состав входят магматические и осадочные породы, образованные на океанической плите (Дегтярев, 2012; Степанец, 2016; Safonova et al., 2020). Эти породы относятся к ассоциации стратиграфии океанической плиты (СОП). СОП – это устойчивая ассоциация осадочных и вулканических пород, образованных на океанической коре в период со времени ее образования в зоне срединно-океанического хребта до времени их включения в аккреционную призму на конвергентной окраине (Kusky et al., 2013). Терригенные породы (граувакковые песчаники и турбидиты), образованные в глубоководном жёлобе и, возможно, в преддуговом бассейне, составляют верхнюю часть разрезов СОП и распространены в пределах Итмурундинского АК. Происхождение этих пород долгое время оставалось дискуссионным из-за отсутствия петрографических, изотопно-геохимических и геохронологических данных, но недавно нами были получены первые данные по их составу (Перфилова и др., 2019). Изучение терригенных пород имеет большое значение для определения типа окраины (окраинно-континентальной или внутриокеанической), существовавшей в западной части Палеоазиатского океана в ордовик-раннесилурийское время.



1 - средне-верхнепалеозойские вулканогенно-осадочные комплексы; 2-13 - Божекуль-Чингизская область: 2-6 - аккреционные комплексы (2-нижнепалеозойские-нижнесилурийские, 3,4-доверхнеордовикские, 5-донижнесилурийские 6-нижнепалеозойские нерасчленённые), 7-10 - островодужные вулканические серии (7-S₁, 8-O₃, 9-O₂, 10-O₁-Є), 11 - рифовые известняки (O₃), 12-13 - флишевые комплексы (12-O₂-S₁, 13-O₂); 14-19 - Джунгаро-Балхашская область: 14-16 - аккреционные комплексы (14-S₁₋₃, 15-S₁, 16-O₃-S₁), 17 - ордовикские островодужные вулканы Северо-Карагандинской и Предчингизской зон, 18-19 - флишеидные комплексы преддуговых прогибов (18-S₁₋₃, 19-S₃); 20 - нижнепалеозойские комплексы Западной части Центрального Казахстана. Основные структуры (цифры в кружках): 1 - Тектурмакская зона, 2 - Балхашская зона, 3 - Нуринский синклиорий, 4 - Успенская зона, 5 - Ащизекская зона, 6 - Жаман-Сарысуыйский синклиорий, 7 - Агадырская зона, 8 - Чингизская палеоостроводужная система, 9 - Божекульская палеоостроводужная система.

Рис. 1. Схема тектонического районирования нижнепалеозойских и силурийских комплексов Центрального Казахстана (Дегтярев, 1999).

В пределах Итмурундинского АК выделено три свиты: итмурундинская (O_{1-2}), казыкская (O_{2-3}) и тюретайская (O_3-S_1) (Паталаха, Белый, 1981). Работы проводились на 4-х участках: Центральном-1 (итмурундинская свита), Центральном-2 (итмурундинская свита), Восточном-1 (тюретайская свита, нижняя подсвита) и Восточном-2 (тюретайская свита, верхняя подсвита) (рис. 2). Песчаники были найдены на всех участках, часто на контакте с кремнистыми аргиллитами и алевролитами, реже с базальтами и кремнями. Мощность их слоев варьирует от первых сантиметров (5-10 см) до 5-20 метров. Песчаники преимущественно серого и тёмно-серого, иногда зеленовато-серого цвета, от мелко- до среднезернистых, массивные, плохо сортированы.

Нами были получены U-Pb датировки детритовых цирконов. На спектрах (рис. 2) видно, что песчаники с участков Центральный-1 и Центральный-2 имеют унимодальное распределение возрастов с пиком 450-470 млн. лет. Данные по изотопии Hf в цирконе ($\epsilon_{Hf_t} = 9.2-17.5$) отражают ювенильный характер источников магматических пород дуги, с которой шел снос материала в глубоководный желоб. Распределение U-Pb возрастов цирконов из песчаников с участков Восточный-1 и Восточный-2 имеет полимодальный характер с пиками 455-465, 750, 1100 и 2400 млн. лет. Это предполагает наличие в области сноса более древнего рециклированного материала континентальной коры.

Для песчаников итмурундинской свиты характерны обломки вулканических пород основного и среднего состава (базальты, андезиты), кремнистых пород, плагиоклаза и калиевого полевого шпата. В песчаниках тюретайской свиты отмечается повышенное содержание кварца (до 55 %) и обломков пород кислого состава (вероятно, дациты). Содержание основных породообразующих окислов меняется в широких диапазонах: $SiO_2 = 58.1-74.6$ мас. %, $TiO_2 = 0.5-1.3$ мас. %, $Al_2O_3 = 8.8-16.6$ мас. %, $Fe_2O_3 = 4.1-10.2$ мас. %, $MgO = 1.1-4.9$ мас. %. В целом для песчаников с участков Восточный-1 и Восточный-2 характерны более высокие содержания SiO_2 (64-75 мас. %), а для участков Центральный-1 и Центральный-2 – более низкие значения SiO_2 (55-68 мас. %). Кроме того, состав песчаников хорошо коррелируется с составами магматических пород надсубдукционного происхождения, диагностированных в Итмурундинском АК (Safonova et al., 2020).

На классификационной диаграмме Ф. Петтиджона $\log(Na_2O/K_2O)-\log(SiO_2/Al_2O_3)$ (Pettijohn et al., 1983), используемой при классификации и разграничении зрелых и незрелых пород псаммитовой размерности, изученные образцы попадают в области граувакковых песчаников и лититовых аренигов. Низкое отношение SiO_2/Al_2O_3 и повышенное Na_2O/K_2O в граувакках связано с преобладанием Na-плагиоклаза над K-полевыми шпатами и K-слюдами. Пониженное содержание щелочей с более высоким отношением SiO_2/Al_2O_3 характерно для литаренигов. На дискриминационных диаграммах (Floyd, Leveridge, 1987; Dickinson, 1985) точки составов песчаников с участков Центральный-1 и Центральный-2 попадают в область нерасчленённой островной дуги смешанного и среднего (андезитового) состава, а участков Восточный-1 и Восточный-2 в область рециклированного орогена и островной дуги кислого состава.

На спектрах РЗЭ видно, что песчаники тюретайской свиты наиболее обогащены лёгкими лантаноидами по сравнению с итмурундинской. Мультикомпонентные спектры, нормированные по примитивной мантии, в целом, схожи для изученных пород и PAAS (Post-Archean Australian Shale), но концентрации последнего выше. Спектры песчаников итмурундинской свиты отличаются от PAAS наличием минимума по Th и также характеризуются более низкими концентрациями большинства элементов. На всех спектрах наблюдаются отрицательные аномалии по Ta и Nb, что характерно для магматических пород надсубдукционного происхождения.

Нами были получены данные по изотопам Nd по валовому составу песчаников. Положительные значения ϵ_{Nd_t} (+0.99, +5.29) для песчаников итмурундинской свиты предполагают наличие в области сноса ювенильных магматических пород. Отрицательное значение ϵ_{Nd_t} (-7.2) для песчаников тюретайской свиты указывает на наличие в области сноса пород магм, содержащих рециклированный материал.

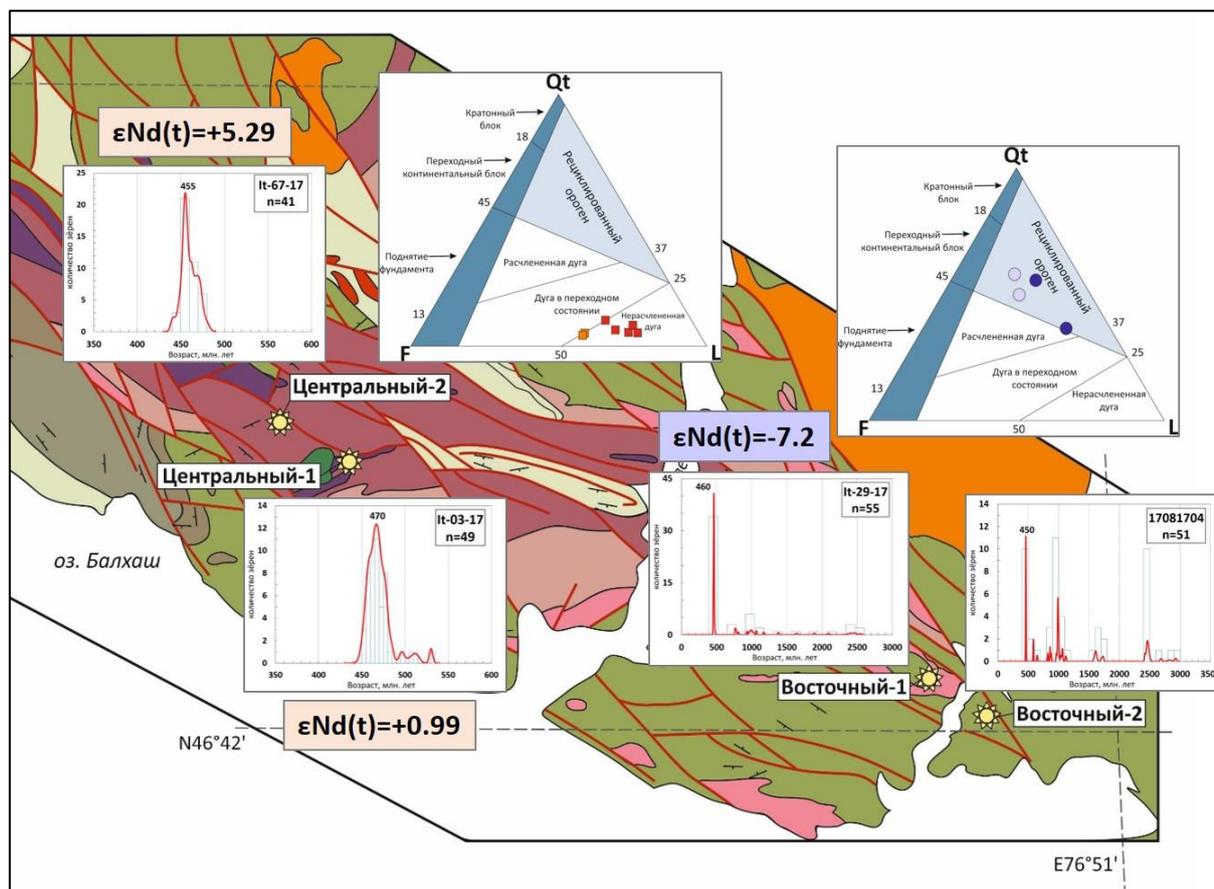


Рис. 2. Фрагмент геологической карты СССР, масштаб 1:200 000, серия Прибалхашская, лист L-43-XI (Геологическая..., 1960), с полученными петрографическими, изотопными и геохронологическими данными для песчаников Итмурундинского аккреционного комплекса.

Граувакковые песчаники итмурундинской свиты, ассоциирующие с осадочными породами океанического происхождения и имеющие унимодальное распределение U-Pb возрастов цирконов, положительные значения ϵNd_i и Hf_i , вероятно были образованы за счёт разрушения внутриокеанической дуги. Граувакковые песчаники тюретайской свиты с полимодальным распределением U-Pb возрастов цирконов и отрицательным значением ϵNd_i образовались, скорее всего, в задуговом бассейне с участием материала, сносимого с континентальной дуги. Таким образом, эти две группы песчаников могли образоваться за счёт разрушения либо единой островной дуги, снос с которой происходил в преддуговом (итмурундинская свита) и задуговом (тюретайская свита) бассейнах, либо двух сосуществующих систем вулканических дуг – внутриокеанической и окраинно-континентальной.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ (проект № 20-35-90091) и РНФ (проект 20-77-10051).

Список литературы

1. Геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Прибалхашская, лист L-43-XI, составлена: ВСЕГЕИ. ред. Соловьева Л.Д., Семенов А.Ф., 1960.
2. Дегтярев К. Е. Тектоническая эволюция раннепалеозойской активной окраины в Казахстане. М.: Наука. 1999. 123 с.
3. Дегтярев К.Е., Толмачева Т.Ю., Рязанцев А.В., Третьяков А.А., Якубчук А.С., Котов А.Б., Сальникова Е.Б., Яковлева С.З., Гороховский Б.М. Строение, обоснование возраста и тектоническая позиция нижне-среднеордовикских вулканогенно-осадочных и плутонических комплексов западной части Киргизского хребта (Северный Тянь-Шань) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2012. №4. С. 3-32.
4. Никитин И.Ф. Ордовикские кремнистые и кремнисто-базальтовые комплексы Казахстана // Геология и геофизика. 2002. Т. 43. С. 512-527.
5. Паталаха Е.А., Белый В.А. Офиолиты Итмурунды-Казыкской зоны. Офиолиты. Алма-Ата: Наука, 1981. с. 7-102.

6. Перфилова А.А. Первые данные о возрасте и составе терригенных пород Итмурундинского аккреционного комплекса северного Прибалхашья // Материалы 57-й Международной научной студенческой конференции. Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2019. С. 18.
7. Степанец В. Г. Офиолиты Казахстана. Геология и геодинамика. Акад. изд-во: Ламберт. 2016. 251 с.
8. Dickinson W.R. Interpreting provenance relations from detrital modes of sandstones / In: Zuffa, G.G. (Ed.), Provenance of Arenites // NATO Science Series. 1985. V. 148. P. 333-361.
9. Floyd P.A., Leveridge B.E. Tectonic environment of the Devonian Gramscatho basin, south Cornwall: framework mode and geochemical evidence from turbiditic sandstones // Journal of the Geological Society. 1987. V. 144. P. 531-542.
10. Kusky T., Windley B., Safonova I., Wakita K., Wakabayashi J., Polat A., Santosh M. Recognition of Ocean Plate Stratigraphy in accretionary orogens through Earth history: A record of 3.8 billion years of sea floor spreading, subduction, and accretion // Gondwana Research. 2013. V. 24.P. 501-547.
11. Pettijohn F.J. Sedimentary Rocks. Third Edition: New York, Harper and Row, 1983. 628 p.
12. Safonova I.Yu., Savinsky I.A., Perfilova A.A., Gurova A.V., Maruyama S., Tsujimori T., 2020. Itmurundy accretionary complex (Northern Balkhash): geological structure, stratigraphy and tectonic origin // Gondwana Research. 2020. V. 79. P. 49-69.