

УДК 551

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ТРИАСОВОГО
ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ ЗАПАДНОЙ ЧУКОТКИ
И ЮГО-ВОСТОЧНОГО ФЛАНГА КУЛАР-НЕРСКОГО
СЛАНЦЕВОГО ПОЯСА (ВОСТОЧНОЕ ВЕРХОЯНЬЕ)***М.И. Тучкова, А.В. Прокопьев, А.К. Худолей, В.Е. Вержбицкий***Аннотация**

На основе литологических и геохимических исследований впервые проведен сравнительный анализ условий осадконакопления триасовых толщ двух значительно удаленных районов пассивных окраин Чукотки и Верхоянья – Западная Чукотка в составе Анюйско-Чукотского складчатого пояса и юго-восточный фланг Кулар-Нерского террейна (сланцевого пояса) (Восточное Верхоянье) в составе Верхояно-Колымского складчатого пояса. Выявлены основные черты сходства и различия триасового осадконакопления обоих районов. Изученные седиментационные бассейны имеют разный фациальный состав, степень переотложения осадков, условия седиментации и противоположные направления сноса обломочного материала. Установлена схожесть минерального состава песчаников и их некоторых геохимических характеристик.

Ключевые слова: литология, геохимия, осадочные бассейны, песчаники, триас, Чукотка, Западное Верхоянье.

Введение

В последние годы в геологической литературе представлено большое количество палеогеографических реконструкций Арктики, основанных в том числе и на датировках обломочных цирконов ([1–6] и др.). Арктическая область является наиболее популярной для реконструкций подобного плана, так как служит ключевым регионом для решения многих вопросов, одним из которых является проблема образования Амеразийского бассейна. Существует несколько точек зрения на его происхождение. Одной из наиболее популярных считается ротационная гипотеза, согласно которой Чукотский микроконтинент представлял собой часть Чукотско-Аляскинской микроплиты, которая откололась от Северо-Американского континента и причленилась к Сибири [7, 8]. Другая точка зрения – Чукотский микроконтинент представлял собой часть Сибирского континента, сместившуюся по правосторонним сдвигам на его современное положение [9, 10]. Триасовые терригенные отложения в этом случае могут дать ключ к пониманию того, как формировались регионы до начала перестройки – в одном случае питающей провинцией триасового осадочного бассейна Чукотки могли служить комплексы пород Аляски, в другом – Сибири. В настоящей статье приводятся первые результаты комплексного сравнительного изучения триасовых толщ Чукотки и Верхоянья на примере локальных геологических объектов.

1. Постановка задачи

Целью настоящей статьи является сравнительный анализ условий осадконакопления триасовых толщ двух значительно удаленных районов пассивных окраин Чукотки и Верхоянья – Западная Чукотка в составе Анюйско-Чукотского складчатого пояса и юго-восточный фланг Кулар-Нерского террейна (сланцевого пояса) (Восточное Верхоянье), расположенный в центральной части Верхоянно-Колымского складчатого пояса (рис. 1). Литологические и геохимические исследования позволят определить черты сходства и различия триасового осадконакопления обоих районов.

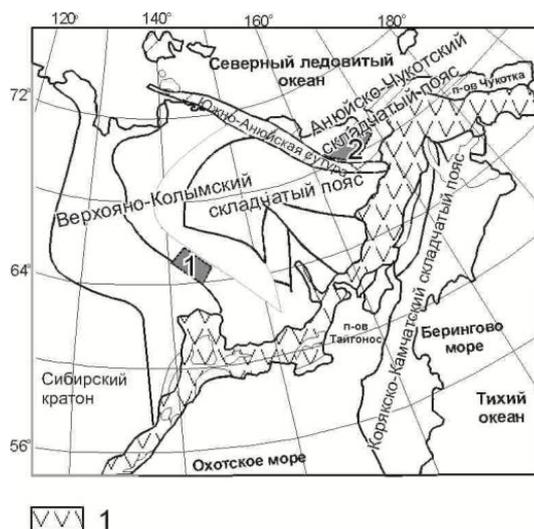


Рис. 1. Тектоническая схема Северо-Востока Азии (по данным [11]). 1 – Охотско-Чукотский вулканогенный пояс. Серым цветом показаны изученные районы в складчатых поясах: 1 – Верхоянно-Колымском, 2 – Анюйско-Чукотском

2. Результаты

Строение разреза обоих геологических объектов представлено на рис. 2. Для верхнетриасового разреза отложений верхоянского комплекса юго-восточного фланга Кулар-Нерского сланцевого пояса характерны аргиллиты, алевролиты и редкие пласты песчаников. Здесь установлены фации отложений склонового шлейфа и, возможно, конуса выноса, сменяющиеся к северо-востоку более дистальными среднезернистыми и мелкозернистыми турбидитами конусов выноса [12]. Мощность карнийско-норийской части разреза составляет более 1000 м. Накопление этих турбидитовых толщ происходило в дистальной части Верхоянской пассивной континентальной окраины [12], а обломочный материал в эту часть осадочного бассейна поставлялся крупными реками – палео-Леной и палео-Алданом (рис. 3) [13].

Минеральный состав песчаников изученной части Восточного Верхоянья по данным петрографических исследований соответствует сублитаренитам и лититовым ареникам. На микрофотографиях шлифов хорошо видно высокое содержание кварца в песчаниках (рис. 4).

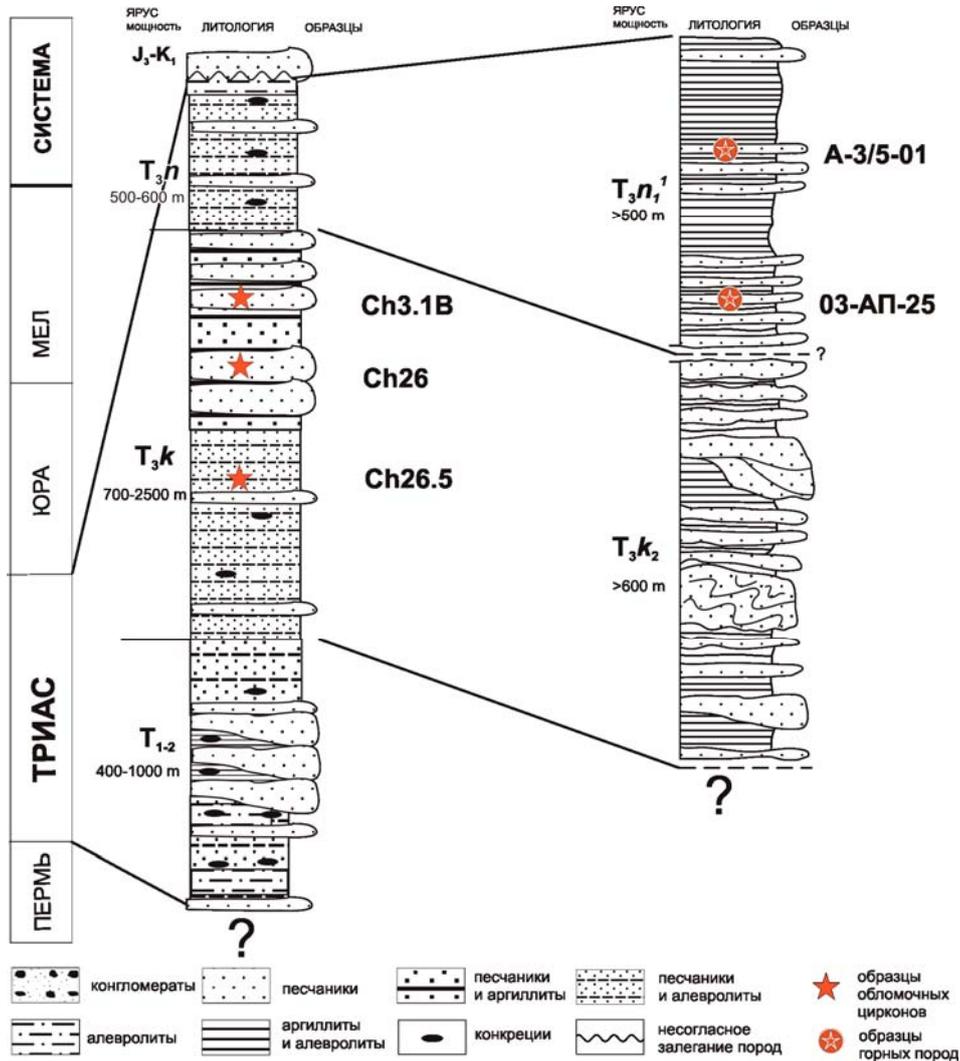


Рис. 2. Сводные схематические разрезы триасовых отложений Западной Чукотки (слева) и юго-восточного фланга Кулар-Нерского сланцевого пояса (справа) (по данным [12, 14])

Спектры распределения нормированных по хондриту РЗЭ в породах юго-восточного фланга Кулар-Нерского пояса достаточно однородны и характеризуются пониженными содержаниями по сравнению с РААС. Образцы имеют Eu-аномалию, высокое содержание легких РЗЭ; спектр тяжелых РЗЭ (Gd–Lu) имеет прямой характер распределения (рис. 5, обр. А-3/05-01, 03-АП-25). Эти данные говорят о накоплении осадков в условиях пассивной континентальной окраины, где главным источником сноса являлись кислые породы, возможно, с некоторой долей пород основного состава. Заниженная концентрация РЗЭ по сравнению с РААС свидетельствует о низком содержании минералов тяжелой фракции и высоком содержании кварца в породе. Песчаник с пониженным содержанием РЗЭ (обр. 03-АП-25, рис. 4, 5) характеризуется весьма высоким содержанием кварца. Другой образец песчаника (обр. А-3/5-01, рис. 4, 5) имеет полимиктовый состав и более высокое содержание РЗЭ.

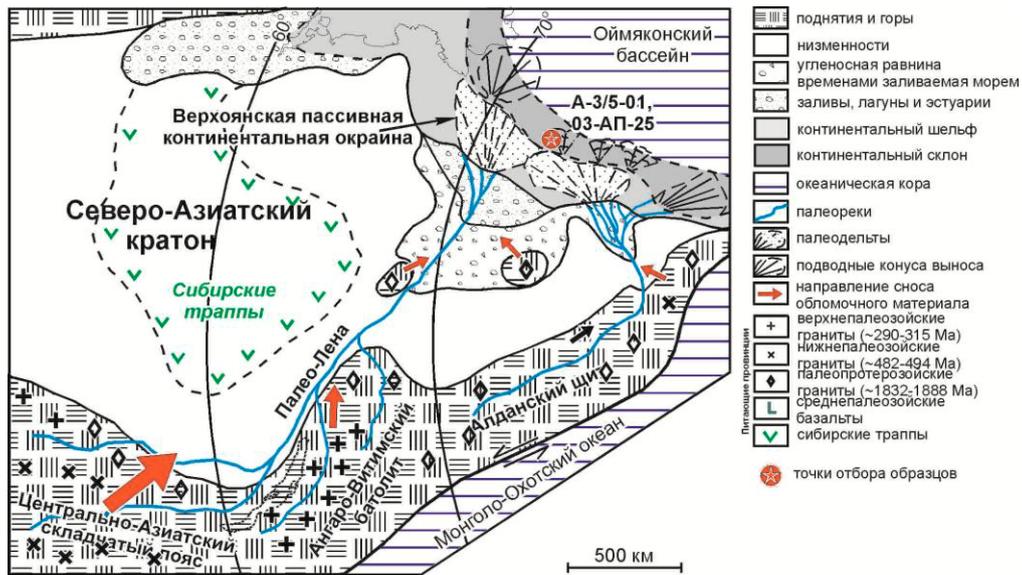


Рис. 3. Палеогеографическая реконструкция питающих провинций и осадочного бассейна Верхоянья для среднего и позднего триаса, по [13] с изменениями

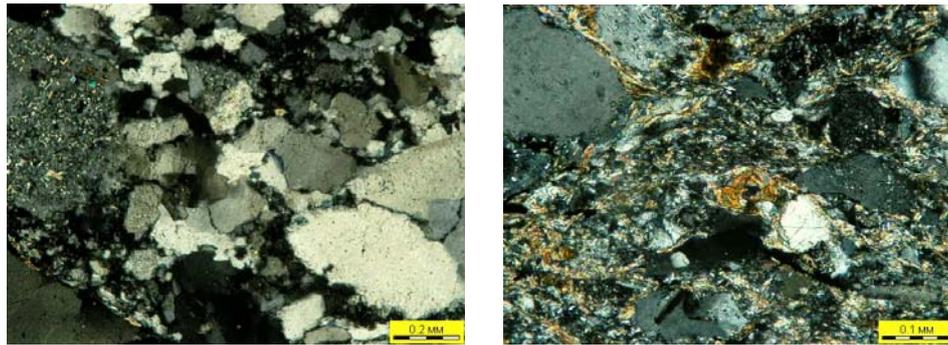


Рис. 4. Микрофотографии шлифов юго-восточной части Кулар-Нерского пояса, песчаник из верхнетриасовых отложений, слева – обр. 03-АП-25, рч. Керби-Герекий, справа – обр. А-3/5-01, рч. Антагачан

На диаграмме $Th/Sc - Zr/Sc$ для песчаников Кулар-Нерского пояса отмечается достаточно высокое соотношение Zr/Sc , что указывает на переотложение (рециклинг) осадочного материала (рис. 6). Для проверки этого утверждения было проанализировано соотношение K_2O/Al_2O_3 в аргиллитах (табл. 1), которое отражает степень рециклирования осадочного материала [15]. Отношение K_2O/Al_2O_3 для триасовых аргиллитов составляет 0.15–0.20, что свидетельствует о присутствии в их составе высокой доли рециклированного материала.

Формирование позднемезозойских складчатых деформаций этой части Кулар-Нерского пояса происходило в несколько этапов. Ранними являются преимущественно асимметричные, как правило, опрокинутые на юго-запад, иногда изоклиналильные и лежащие, складки и ассоциирующие с ними надвиги. Наложенные деформации представлены продольными к ранним складчатым образованиям сдвигами с преобладающими левосторонними подвижками [12].

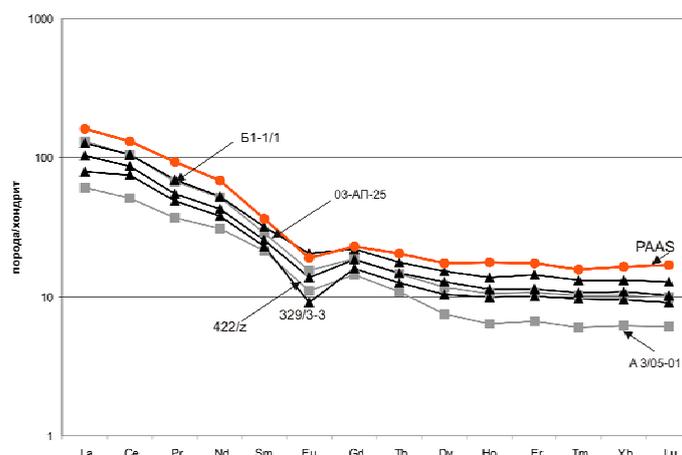


Рис. 5. Спектры РЗЭ образцов триасовых песчаников юго-восточного фланга Кулар-Нерского пояса (серые линии) и Западной Чукотки (черные линии), нормированных на хондрит. Номера образцов на рисунке соответствуют номерам в табл. 1

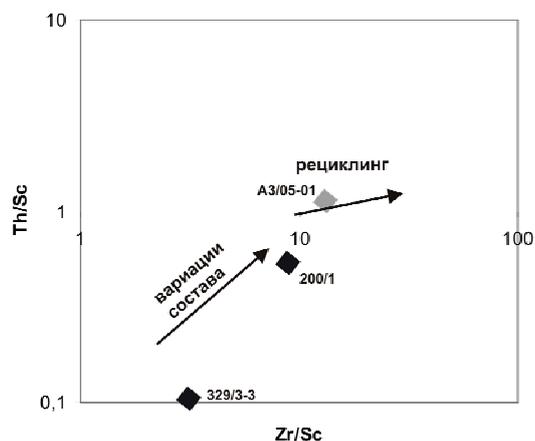


Рис. 6. Диаграмма соотношений Th/Sc – Zr/Sc, номера образцов соответствуют номерам образцов в табл. 1

Для западной части **Анюйско-Чукотского пояса** пермская часть разреза не подтверждена фаунистически, тогда как триасовые отложения содержат достаточные для их идентификации комплексы фауны [16]. Разрез триаса повсеместно представлен чередованием алевро-аргиллитов и песчаников в разных соотношениях. Повышенное содержание песчаных пород отмечается в оленекской части разреза и в верхней части карнийской [14]. Линзы конгломератов были отмечены только в делювиальных развалах отложений среднего триаса в единственном разрезе р. Номнункувеем [17]. Наличие туфогенного материала в виде матрикса песчаников обнаруживается в нижне-среднетриасовых отложениях статотипического разреза р. Энмынвеем [18].

Анализ расположения фаций в регионе указывает на углубление палеобассейна с северо-востока на юго-запад. Условия осадконакопления в бассейне контролировались дельтовой системой, изменяющей свое положение на протяжении

Табл. 1

Содержания ряда редких и редкоземельных элементов в триасовых отложениях Восточного Верхоянья и Чукотки

Элемент	Юго-восточный фланг Кулар-Нерского пояса Т ₃			Чукотка Т ₁		Чукотка Т ₃	Чукотка Т ₁	Чукотка Т ₃
	вал	вал	Фр. < 0.002	вал	вал	вал	Фр. < 0.002	Фр. < 0.002
	А-3/05-01	03-АП-25	А-3/05-01	Б-1-1/1	329/3-3	422/z	329/3-3	200/1
Li	47.8	41.0	69.6	53.3	39.1	85.5	67.7	2.6
Be	1.7	2.2	2.8	1.3	0.66	1.1	1.9	18.2
Sc	8.5	4.5	16.5	14.1	9.0	11.8	44.6	259
V	87.6	46.5	144	143	80.5	99.6	338	170
Cr	44.4	20.2	96	57.4	31.1	62.0	205	10.8
Co	9.4	8.7	15.2	18.8	10.4	19.3	29.6	80.7
Ni	37.3	66.1	44.1	69.5	41.4	58.5	88.3	28.5
Cu	11.1	46.6	32.2	36.2	14.6	34.3	38.2	173
Zn	65.9	120	131	129	62.0	122	176	28.9
Ga	15.9	7.6	24.3	16.3	8.8	14.6	27.0	3.5
As	13.5	0.8	30.9	2.0	12.6	8.8	2.3	< ПО
Se	< ПО	< 2.7	< 1	< 1	< 0.8	< 1.1	< 1	146
Rb	64.7	7.4	124	68.5	38.0	53.2	75.0	77.7
Sr	190	410	329	47.7	72.3	50.4	119	17.4
Y	15.8	10.7	28.5	21.7	15.6	17.8	29.2	164
Zr	179	129	229	174	142	138	174	10.5
Nb	12.3	6.3	19.4	11.6	7.4	10.8	9.4	3.6
Mo	0.65	1.5	1.7	0.42	0.82	1.5	1.0	< ПО
Rh	< ПО	< ПО	< ПО	< ПО	< ПО	< ПО	< ПО	< ПО
Pd	< ПО	< ПО	< ПО	< ПО	< ПО	< ПО	< ПО	0.32
Ag	< ПО	0.28	0.10	< ПО	0.11	< ПО	0.082	0.31
Cd	0.06	0.23	0.11	0.092	0.15	0.07	0.13	3.9
Sn*	1.8	0.47	4.8	1.5	1.3	1.9	1.5	0.51
Sb	0.48	0.48	0.86	1.0	0.66	0.57	1.0	< ПО
Te	< ПО	< ПО	< ПО	< ПО	< ПО	< ПО	< ПО	12.3
Cs	3.5	0.5	7.3	3.5	2.4	3.4	5.5	1095
Ba	561	60.0	1009	591	243	214	566	26.1
La	30.9	14.4	30.7	30.1	18.8	24.6	23.3	63.5
Ce	64.4	31.3	68.3	64.2	45.6	53.2	53.0	6.2
Pr	6.5	3.5	6.7	6.6	4.6	5.2	5.7	22.3
Nd	24.1	14.4	25.5	24.6	17.8	20.1	23.4	3.9
Sm	4.4	3.3	4.8	4.9	3.5	3.9	4.9	0.78
Eu	0.89	0.64	1.0	1.2	0.52	0.80	1.2	3.3
Gd	3.9	2.9	4.9	4.5	3.3	3.8	5.3	0.53
Tb	0.54	0.40	0.79	0.66	0.47	0.56	0.80	3.6
Dy	3.0	1.9	4.9	3.9	2.6	3.2	4.9	0.85
Ho	0.60	0.36	1.1	0.78	0.56	0.64	1.1	2.8
Er	1.8	1.1	3.3	2.4	1.7	1.9	3.3	0.44
Tm	0.26	0.15	0.50	0.34	0.25	0.27	0.50	3.2
Yb	1.8	1.1	3.5	2.3	1.6	1.9	3.4	0.51
Lu	0.25	0.16	0.50	0.32	0.23	0.26	0.52	6.3
Hf	4.1	2.8	5.6	4.0	3.2	3.1	3.8	0.87
Ta	0.61	0.32	0.91	0.63	0.43	0.59	0.47	1.3
W	1.1	0.2	2.4	1.1	0.9	1.4	1.0	< ПО

Re	< ПО	< ПО	< ПО	< ПО	< ПО	< ПО	< ПО	< ПО
Ir	< ПО	< ПО	< ПО	< ПО	< ПО	< ПО	< ПО	< ПО
Pt	< ПО	< ПО	< ПО	< ПО	< ПО	< ПО	< ПО	< ПО
Au	< ПО	< ПО	< ПО	< ПО	< ПО	< ПО	< ПО	< 0.015
Hg	–	–	–	–	–	–	–	–
Tl	0.32	0.06	1.0	0.38	0.21	0.27	0.62	2.3
Pb	13.7	30.3	27.7	5.1	11.0	12.5	5.1	34.4
Bi	0.070	0.11	0.13	0.074	0.082	0.13	0.033	0.16
Th	7.1	4.4	18.1	6.0	4.9	6.6	4.6	10.1
U	1.8	1.1	4.1	2.2	1.5	1.8	2.3	5.3

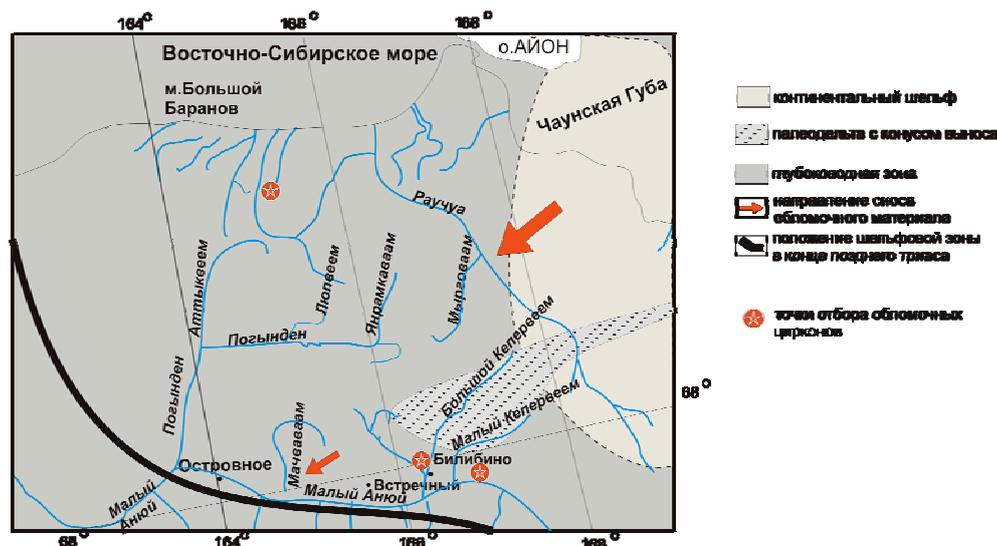


Рис. 7 Палеогеографическая реконструкция питающих провинций и осадочного бассейна Западной Чукотки для раннего – позднего триаса, по [14]

триасового времени. Наблюдается постепенная проградация шельфа и смещение континентального склона в сторону глубоководной зоны с северо-востока на юго-запад от раннего к позднему триасу (рис. 7). Обломочный материал приносился крупной речной системой также с северо-востока. Кроме того, обилие кластического материала, начавшего поступать в бассейн осадконакопления в карнийское время, может указывать на рост орогена на прилегающей суше.

По минеральному составу песчаники нижнего – среднего триаса с высоким содержанием глинистого матрикса определены как граувакки, а верхнетриасовые, в которых количество матрикса существенно ниже, – как лититовые арениты. На основании анализа ассоциаций породообразующих компонентов предполагается, что источником сноса для триасовых толщ служили породы постепенно размывающегося метаморфического комплекса. Для пород нижнего триаса отмечен еще один, вулканогенный источник андезито-базальтового состава [18]. От нижнего к позднему триасу отмечается увеличение разнообразия типов обломков пород (рис. 8).

Спектры распределения нормированных по хондриту РЗЭ в песчаниках Западной Чукотки достаточно однородны и мало различаются между собой (рис. 5). Для нижнетриасовых песчаников отмечается наиболее ярко выраженная европейская

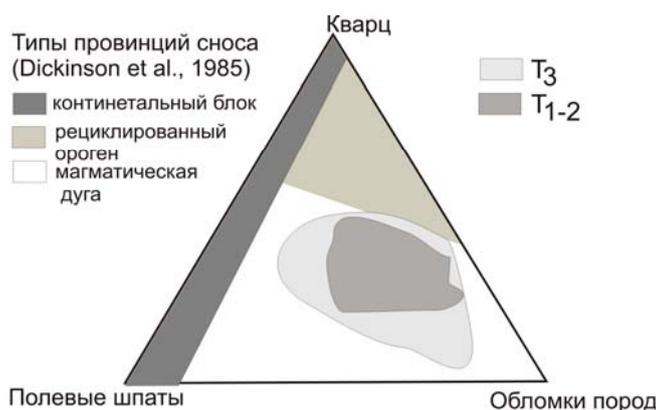


Рис. 8. Минеральный состав песчанников Западной Чукотки, данные составов песчанников: T_{1-2} – нерасчлененного нижнего – среднего триаса; T_3 – верхнего триаса, поля показаны по [19]

аномалия и высокое содержание легких элементов, которое, однако, ниже PAAS. На диаграмме Th/Sc – Zr/Sc для чукотских песчанников предполагаемый состав питающих провинций свидетельствует о низкой степени переотложения осадков (рис. 6).

Для того чтобы сопоставить фоновые составы отложений триаса разных регионов, были проанализированы глинистые фракции песчанников (обр. 03-АП-25, А-3/5-01 и обр. 422/z, Б1-1/1). К сожалению, из обр. 03-АП-25 не удалось выделить достаточное для анализа количество глинистой фракции, поэтому был проанализирован только один образец из Восточного Верхоянья. Образцы Западной Чукотки – из отложений нижнего триаса р. Энмынвеем (обр. 329/3-3, аналогичный обр. Б1-1/1) и из верхнетриасовых пород р. Малый Аной (обр. 200/1, аналогичный 422/z). Первый содержит большое количество матрикса; во втором содержание глинистого матрикса невелико, но отмечается высокий процент кварцевых зерен (рис. 9). Спектр распределения РЗЭ в глинистой фракции песчанников почти полностью совпадает с PAAS, но, как и в валовом составе породы, наблюдается высокое содержание легких РЗЭ и ярко выраженная европиевая аномалия (рис. 10). Все эти данные свидетельствуют о присутствии пород кислого состава в питающей провинции.

Ассоциации обломочных цирконов представлены несколькими популяциями с пиками 235–300, 321–399, 425–545, 545–911, 1061–1273, 1606–2725 Ма [9]. Для молодой популяции цирконов в отложениях нижнего – среднего триаса с туфогенным матриксом характерна популяция цирконов с возрастным диапазоном 236–255 Ма [9] (рис. 11). Для этих пород источником могли служить породы гипабиссальных интрузий и ассоциирующие с ними толеитовые базальты, содержащие цирконы с возрастом 252 ± 4 Ма [17]. Другим возможным источником могли быть синхронные вулканиты в бассейне р. Амгуэма (разрезы р. Плоской и г. Луковой¹). Для древней популяции цирконов источником предполагаются пока не установленные комплексы метаморфических пород.

¹ Устное сообщение С.Д. Соколова и А.В. Моисеева.

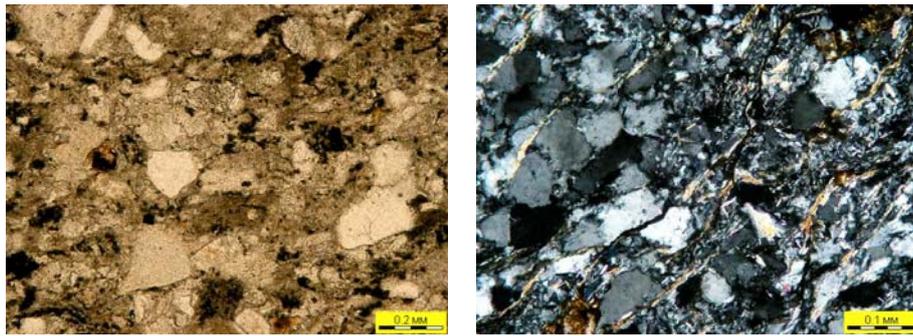


Рис. 9. Микрофотографии шлифов триасовых песчаников Западной Чукотки. Слева – обр. 329/3-3, T₁, береговые обрывы р. Энмынвеем у ее слияния с рч. Крутым, справа – обр. 422/Z, T₃, береговые обрывы р. Малый Анюй

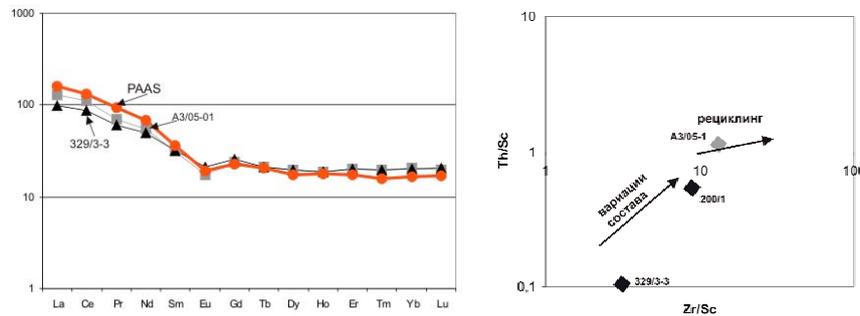


Рис. 10. Спектры распределения РЗЭ (слева) и диаграмма соотношения Th/Sc – Zr/Sc (справа) в глинистых фракциях песчаников. Номера образцов соответствуют номерам в табл. 1

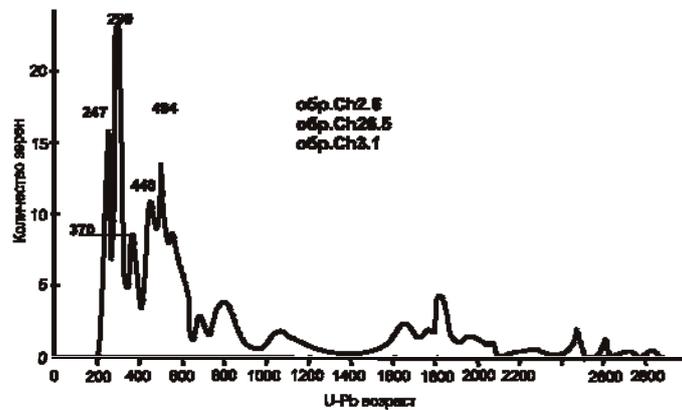


Рис. 11. Популяции обломочных цирконов в триасовых песчаниках Западной Чукотки, по данным [9]

Триасовые породы Западной Чукотки подвержены деформациям двух этапов: доколлизийного и коллизийного [20–22]. Доколлизийные деформации представлены главным образом сбросами, которые сопровождалось широким развитием раннего кливажа. Коллизийные деформации подразделяются на ранние покровно-надвиговые и поздние, связанные с образованием компрессионных правых сдвигов.

Выводы

Таким образом, анализ геологических данных показывает различную историю развития поздне триасовых отложений, входящих в структуры западной части Анюйско-Чукотского складчатого пояса и юго-восточного фланга Кулар-Нерского сланцевого пояса Верхояно-Колымского складчатого пояса.

В верхнетриасовых отложениях юго-востока дистальной части Верхоянской пассивной окраины установлены фации отложений склонового шлейфа и, возможно, конуса выноса, сменяющиеся к северо-востоку более дистальными среднезернистыми и мелкозернистыми турбидитами конусов выноса. На Западной Чукотке широко распространены шельфовые отложения.

Палеофациальные реконструкции указывают на углубление морского бассейна в противоположных направлениях: для рассматриваемой части Восточного Верхоянья с юга-юго-запада на север-северо-восток; для Западной Чукотки – с северо-востока на юго-запад (рис. 3 и 7). Минеральный состав песчаников в обоих регионах представлен главным образом лититовыми аренидами; также наблюдаются граувакки в Западной Чукотке и сублитарениты в Восточном Верхоянье.

Спектры распределения нормированных по хондриту РЗЭ достаточно однородны и практически не различаются между собой (рис. 5). Тем не менее на диаграмме Th/Sc – Zr/Sc отражается различие состава питающих провинций. Для песчаников изученной части Восточного Верхоянья отмечается высокое соотношение Zr/Sc, что указывает на переотложение осадочного материала. Для песчаников Западной Чукотки это соотношение ниже и свидетельствует о низкой степени переотложения осадков. Различаются также в обоих регионах и глинистые фракции песчаников, которые можно оценивать как фоновый осадочный материал.

В кинематике деформаций изученных регионов есть сходства и различия. На Западной Чукотке установлены доколлизийные сбросы, которые пока не обнаружены в этой части Кулар-Нерского пояса. В обоих регионах широко проявлены складчато-надвиговые деформации, на которые наложены поздние сдвиговые.

Таким образом, история поздне триасового осадконакопления обоих районов имеет определенные черты сходства и различия. С одной стороны, разный фациальный состав, степень переотложения осадков, условия седиментации, противоположные направления углубления дна и сноса обломочного материала могут свидетельствовать об осадконакоплении в разных морских бассейнах с различными источниками сноса и эволюцией осадконакопления. С другой стороны, схожесть минерального состава песчаников и, частично, геохимические данные не исключают возможности, что осадконакопление могло происходить в разных фациальных условиях в значительно удаленных друг от друга частях единого Арктического морского бассейна.

В настоящей статье мы провели сравнение лишь небольших частей триасовых пассивных окраин Верхоянья и Чукотки, расположенных на большом удалении друг от друга. Планируется в дальнейшем провести масштабное литологическое, седиментологическое, геохимическое и изотопно-геохимическое изучение этих огромных регионов с целью корреляции условий осадконакопления. Результаты такой корреляции позволят внести коррективы в схемы палеогеодинамических реконструкций Арктики и северной Пацифики.

Работа осуществлялась при финансовой поддержке РФФИ (проекты № 11-05-00787, 11-05-00074) и в рамках проекта тематического плана СПбГУ.

Summary

M.I. Tuchkova, A.V. Prokopiev, A.K. Khudoley, V.E. Verzhbitsky. Comparative Analysis of Triassic Sedimentation in Western Chukotka and South-Eastern Side of Kular-Nera Slate Belt (Eastern Verkhoyansk Region).

An integrated lithological, geochemical and isotopic research was for the first time carried out to compare sedimentation conditions of Triassic deposits in two remote areas of passive margins of Chukotka and the Verkhoyansk Region: Western Chukotka (Anyuysk-Chukotka fold belt) and the south-eastern side of the Kular-Nera terrane (Verkhoyansk-Kolyma fold belt, Eastern Verkhoyansk Region). Basic similarities and differences in the Triassic sedimentation of these areas were revealed. The studied sedimentary basins have different facial compositions, degrees of over-sedimentation, sedimentation conditions, and the opposite directions of detritus supply. The similarity in the mineral composition of sandstones and some of their geochemical characteristics was established.

Key words: lithology, geochemistry, sedimentary basins, sandstones, Triassic, Chukotka, Western Verkhoyansk Region.

Литература

1. *Rohr T.S., Andersen T., Dyrvik H.* Provenance of Lower Cretaceous sediments in the Wandel Sea Basin, North Greenland // *J. Geol. Soc. London.* – 2008. – V. 165, No 3. – P. 755–767.
2. *Brandon M.T., Vance J.A.* Tectonic evolution of the Cenozoic Olympic subduction complex, western Washington State, as deduced from fission track ages for detrital zircon // *Am. J. Sci.* – 1992. – V. 292, No 8. – P. 565–636.
3. *Бондаренко Г.Е., Соловьев А.В., Тучкова М.И. и др.,* Возраст детритовых цирконов в песчаниках верхнемезозойского флиша Южно-Анюйской сутуры (Западная Чукотка) // *Литол. и полезн. ископ.* – 2003. – № 2. – С. 192–208.
4. *Соловьев А.В., Гарвер Дж.И., Шапиро М.Н.* Возраст детритовых цирконов в песчаниках лесновской серии (Северная Камчатка) по данным трекового датирования // *Стратиграфия, геологическая корреляция.* – 2001. – Т. 9, № 3. – С. 89–100.
5. *Crowley J.I., Myers J.S., Sylvester P.J., Cox R.A.* Detrital Zircon from the Jack Hills and Mount Narryer, Western Australia: Evidence for Diverse > 4.0 Ga Source Rock // *J. Geology.* – 2005. – V. 113, No 3. – P. 239–263.
6. *Кузьмичев А.Б., Соловьев А.В., Гоникберг В.Е., Шапиро М.Н., Замжицкий О.В.* Синколлизонные мезозойские терригенные отложения о. Большой Ляховский (Новосибирские острова) // *Стратиграфия. Геол. корреляция.* – 2006. – Т. 14, № 1. – С. 48–68.
7. *Carey S.W.* The tectonic approach to continental drift // *Carey S.W. (ed.) Continental Drift – A Symposium.* – Hobart, Tasmania: Univ. of Tasmania, 1958. – P. 177–355.
8. *Grantz A., May S.D., Hart P.E.* Geology of the Arctic continental margin of Alaska // *The Geology of North America. V. L. The Arctic Ocean Region / Ed. by A. Grantz, L. Johnson, J.F. Sweeney.* – Boulder, Colorado: Geol. Soc. Am., 1990. – P. 257–288.
9. *Miller E., Toro J., Gehrels G., Amato J., Prokopiev A., Tuchkova M., Akinin V., Dumitru T., Moore T., Embry A., Cecile M.* New Insights into Arctic Paleogeography and Tectonics from U-Pb Detrital Zircon Geochronology // *Tectonics.* – 2006. – V. 25, No 3. – P. TC3013-1–TC3013-19. – doi:10.1029/2005TC001830.
10. *Kuzmichev A.B.* Where does the South Anyui suture go in the New Siberian islands and Laptev Sea?: Implications for the Amerasia basin origin // *Tectonophysics.* – 2009. – V. 463, No 1–4. – P. 86–108.

11. Соколов С.Д., Бондаренко Г.Е., Морозов О.Л., Ганелин А.В., Подгорный И.И. Покровная тектоника Южно-Аннуйской сутуры (Западная Чукотка) // Докл. РАН. – 2001. – Т. 376, № 1. – С. 80–84.
12. Прокопьев А.В., Тронин А.В. Структурные и седиментационные особенности зоны сочленения Кулар-Нерского сланцевого пояса и Иньяли-Дебинского синклиория // Отеч. геология. – 2004. – № 4. – С. 49–56.
13. Prokopiev A.V., Toro J., Miller E.L., Gehrels G.T. The paleo-Lena River – 200 m.y. of transcontinental zircon transport in Siberia // Geology. – 2008. – V. 36, No 9. – P. 699–702.
14. Tuchkova M.I., Sokolov S., Kravchenko-Berezhnaya I.R. Provenance analysis and tectonic setting of the Triassic clastic deposits in Western Chukotka, Northeast Russia // Stephan Mueller Spec. Publ. Ser. – 2009. – V. 4. – P. 177–200.
15. Cox R., Lowe D.R., Cullers R.L. The influence of sediment recycling and basement composition on evolution of mudrock chemistry in southwestern United States // Geochem. Cosmochim. Acta. – 1994. – V. 59, No 14. – P. 2919–2940.
16. Бычков Ю.М. Триас северо-востока России. – Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1994. – 59 с.
17. Акименко Г.И., Акименко А.В. Объяснительная записка к Государственной геологической карте масштаба 1:200 000, лист R-58-XXXV-XXXVI, серия Аннуйско-Чаунская (издание второе). – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2000. – 358 с.
18. Тучкова М.И., Морозов О.Л., Катков С.М. Нижне-среднетриасовые отложения р. Энмынвеем (Западная Чукотка) // Литол. и полезн. ископ. – 2007. – № 5. – С. 486–502.
19. Dickinson W., Valloni R. Plate setting and provenance of sands in modern ocean basins // Geology. – 1980. – V. 8, No 2. – P. 82–86.
20. Бондаренко Г.Е., Лучицкая М.В. Мезозойская тектоническая эволюция Алярмаутского поднятия, Западная Чукотка // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. Геол. – 2003. – Т. 78, Вып. 3. – С. 25–37.
21. Бондаренко Г.Е. Тектоника и геодинамическая эволюция мезозойского северного обрамления Тихого океана: Автореф. дис. ... д-ра геол.-мин. наук. – М., 2004. – 45 с.
22. Катков С.М., Миллер Э.Л., Торо Д. Структурные парагенезы и возраст деформаций западного сектора Аннуйско-Чукотской складчатой системы (Северо-Восток Азии) // Геотектоника. – 2010. – № 5. – С. 61–80.

Поступила в редакцию
03.11.11

Тучкова Марианна Ивановна – доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник Геологического института РАН, г. Москва.

E-mail: tuchkova@ginras.ru

Прокопьев Андрей Владимирович – кандидат геолого-минералогических наук, заместитель директора Института геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, г. Якутск.

E-mail: prokopiev@diamond.ysn.ru

Худoley Андрей Константинович – доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой Санкт-Петербургского государственного университета.

E-mail: akhudoley@gmail.com

Вержбицкий Владимир Евгеньевич – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва.

E-mail: torsek1@mail.ru