



<https://doi.org/10.5800/GT-2018-9-4-0398>

SOURCES AND SOURCE AREAS OF THE UPPER PALEOZOIC METASEDIMENTARY ROCKS OF THE DZHAGDA TERRANE OF THE MONGOL-OKHOTSK FOLD BELT: THE RESULTS OF SM-ND ISOTOPE GEOCHEMICAL STUDIES

V. A. Zaika¹, A. A. Sorokin¹, V. P. Kovach¹

¹ *Institute of Geology and Nature Management, Far East Branch of RAS, Blagoveshchensk, Russia*

² *Institute of Precambrian Geology and Geochronology of RAS, Saint Petersburg, Russia*

Abstract: The article presents the results of Sm-Nd isotope geochemical studies of the Upper Paleozoic metasedimentary rocks of the Dzheskogon, Nektera and Bochagor suites of the Dzhagda terrane. These rocks are characterized by slightly varying values of the Nd model age $t_{Nd(DM)}=1.5-1.0$ Gyr, which gives evidence that the main sources of protoliths were the rocks of the Mesoproterozoic Nd model age (in average). This Nd model age is similar to the ages of the metaterrigenous rocks of the Teply Klyuch, Garmakan and Alga suites of the Tukuringra terrane of the Mongol-Okhotsk Belt. The results obtained in our studies suggest that the sedimentary rocks of the Dzhagda and Tukuringra terranes developed from the material that was mainly sourced from the Amur superterrane (from the south in modern coordinates). A supply of the material from the southern margin of the North Asian craton (from the north in modern coordinates) was either absent or minimal.

Key words: Mongol-Okhotsk fold belt; Dzhagda terrane; Sm-Nd; metasedimentary rocks

SHORT COMMUNICATION

Received: August 23, 2018

Revised: October 24, 2018

Accepted: November 14, 2018

For citation: Zaika V.A., Sorokin A.A., Kovach V.P., 2018. Sources and source areas of the Upper Paleozoic metasedimentary rocks of the Dzhagda terrane of the Mongol-Okhotsk fold belt: the results of Sm-Nd isotope geochemical studies. *Geodynamics & Tectonophysics* 9 (4), 1331–1338. doi:10.5800/GT-2018-9-4-0398.

Для цитирования: Заика В.А., Сорокин А.А., Ковач В.П. Источники и области сноса верхнепалеозойских метасадочных пород Джагдинского террейна Монголо-Охотского складчатого пояса: результаты Sm-Nd изотопно-геохимических исследований // *Геодинамика и тектонофизика*. 2018. Т. 9. № 4. С. 1331–1338. doi:10.5800/GT-2018-9-4-0398.

ИСТОЧНИКИ И ОБЛАСТИ СНОСА ВЕРХНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ МЕТАОСАДОЧНЫХ ПОРОД ДЖАГДИНСКОГО ТЕРРЕЙНА МОНГОЛО-ОХОТСКОГО СКЛАДЧАТОГО ПОЯСА: РЕЗУЛЬТАТЫ Sm-Nd ИЗОТОПНО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В. А. Заика¹, А. А. Сорокин¹, В. П. Ковач²

¹ Институт геологии и природопользования ДВО РАН, Благовещенск, Россия

² Институт геологии и геохронологии докембрия РАН, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация: В данном сообщении представлены результаты Sm-Nd изотопно-геохимических исследований верхнепалеозойских метаосадочных пород джескогонской, нектерской, бочагорской свит Джагдинского террейна. Установлено, что эти породы характеризуются слабоварьирующимися значениями Nd-модельного возраста $t_{Nd(DM)}=1.5-1.0$ млрд лет, свидетельствующими о том, что в качестве главных источников сноса протолитов выступали породы, которые имеют в среднем мезопротерозойские оценки Nd-модельного возраста. Показано, что тождественный с Nd-модельным возраст имеют метатерригенные породы теплоключевской, гармаканской и алгаинской свит Тукурингского террейна Монголо-Охотского пояса. Полученные результаты дают основание полагать, что осадочные породы Джагдинского и Тукурингского террейнов сформировались за счет материала, поступавшего преимущественно со стороны Амурского супертеррейна (с юга в современных координатах). Подпитка материалом со стороны южной окраины Северо-Азиатского кратона (с севера в современных координатах) либо отсутствовала, либо была минимальной.

Ключевые слова: Монголо-Охотский складчатый пояс; Джагдинский терреин; Sm-Nd; метаосадочные породы

1. ВВЕДЕНИЕ

Монголо-Охотский складчатый пояс является одним из значимых структурных элементов Восточной Азии. Он протягивается в виде узкой (до 300 км) прерывистой полосы на 3000 км от Удской губы Охотского моря до Центральной Монголии (рис. 1). В настоящее время этот пояс принято рассматривать в качестве реликта одноименного палеоокеана (см. обзор в [Parfenov et al., 2001; Khanchuk et al., 2015]), фрагменты которого зажаты между Северо-Азиатским кратоном на севере и Амурским супертеррейном на юге. В современном структурном плане пояс представляет собой типичную «шовную» зону, состоящую из вытянутых вдоль ее простирания террейнов, которые ранее рассматривались в качестве структурно-формационных зон.

Имеющиеся палеомагнитные данные (см. обзоры в [Metelkin et al., 2007; Didenko et al., 2010]) указывают на наличие в палеозойское время пространства между южной окраиной Северо-Азиатского кратона и континентальными массивами южного обрамления Монголо-Охотского пояса. Эти данные, а также присутствие непосредственно в структуре пояса и в обрамляющих его континентальных сооружениях магматических комплексов

палеозойского и раннемезозойского возраста свидетельствуют о его длительной и сложной геологической истории.

Существующие в настоящее время геодинамические модели формирования Монголо-Охотского складчатого пояса имеют во многом противоречивый характер (см. обзор в [Natal'in, 1993; Parfenov et al., 2001; Khanchuk et al., 2015]). В первую очередь, это обусловлено недостатком геохронологических и изотопно-геохимических данных, позволяющих определить граничные условия для их разработки.

В этой связи мы выполнили Sm-Nd изотопно-геохимические исследования метаосадков центральной части Джагдинского террейна Монголо-Охотского складчатого пояса с целью установления их источников и областей сноса терригенного материала. При этом для исследований были выбраны образцы, для которых на основе петрографических и петрохимических данных установлено их соответствие кластическим осадочным породам.

2. АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДИКИ

Собственно Sm-Nd изотопно-геохимические исследования выполнены в Институте геологии и геохронологии докембрия РАН (г. Санкт-Петербург).

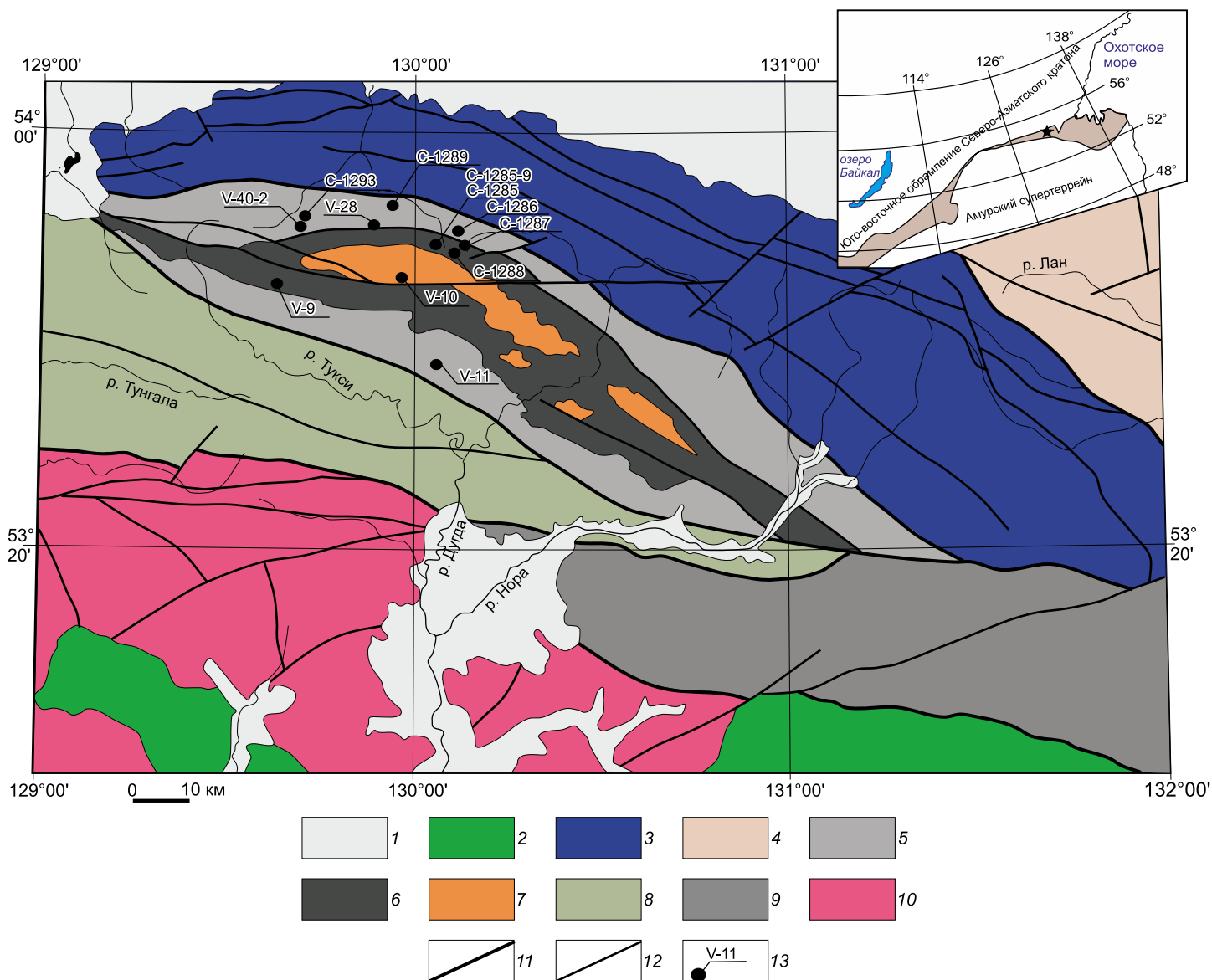


Рис. 1. Геологическая схема восточной части Монголо-Охотского складчатого пояса (составлена по [Serezhnikov, Volkova, 2007]).

1 – кайнозойские рыхлые отложения; 2 – нижнемеловые вулканиты среднего состава; 3 – верхнетриасовые и ниже- и среднеюрские метаосадочные комплексы Унья-Бомского террейна; 4 – каменноугольные и пермские метатерригенные и метавулканогенные комплексы Ланского террейна; 5–7 – верхнепалеозойские метатерригенные и метавулканогенные комплексы Джэгдинского террейна; 5 – условно нижнекаменноугольной джескогонской свиты, 6 – верхнекаменноугольной нектерской свиты, 7 – нижнепермской боцагорской свиты; 8 – условно силурийские, девонские терригенные и вулканогенные комплексы Долбырь-Тунгалинского террейна; 9 – условно каменноугольные терригенные и вулканогенные комплексы Селемджино-Кербинского террейна; 10 – палеозойские интрузивные и осадочные комплексы северной окраины Амурского супертеррейна; 11 – главные разломы (границы между террейнами); 12 – второстепенные разломы; 13 – места отбора образцов для Sm-Nd изотопно-геохронологических исследований и их номера. На врезке звездочкой показан район исследований. Заштрихованной областью показан Монголо-Охотский складчатый пояс.

Fig. 1. Schematic geological map of the eastern Mongol-Okhotsk fold belt (after [Serezhnikov, Volkova, 2007]).

1 – Cenozoic loose sediments; 2 – Low Cretaceous volcanic rocks of medium composition; 3 – Upper Triassic and Lower and Middle Jurassic metasedimentary complexes of the Unya-Boma terrane; 4 – Carboniferous and Permian metaterrigenous and metavolcanogenic complexes of the Lansky terrane; 5–7 – Upper Paleozoic metaterrigenous and metavolcanogenic complexes of the Dzhagda terrane: 5 – presumably Lower Carboniferous Dzheshogon suite, 6 – Upper Carboniferous Nekter suite, 7 – Lower Permian Bochagor suite; 8 – presumably Silurian and Devonian terrigenous and volcanogenic complexes of the Dolbyr-Tungala terrane; 9 – presumably Carboniferous terrigenous and volcanogenic complexes of the Selemdzha-Kerbin terrane; 10 – Paleozoic intrusive and sedimentary complexes of the northern margin of the Amur superterrane; 11 – main faults (boundaries between terranes); 12 – secondary faults; 13 – sampling sites for Sm-Nd isotope geochronological studies and their numbers. In the inset, the study area is marked with an asterisk. The shaded area corresponds to the Mongol-Okhotsk fold belt.

бур). Изотопные составы Sm и Nd измерены на многоколлекторном масс-спектрометре TRITON TI в статическом режиме. Измеренные отношения $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ нормализованы к отношению $^{146}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}=0.7219$ и приведены к отношению $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}=0.511860$ в Nd стандарта La Jolla. Средневзвешенное значение $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ в Nd стандарте La Jolla за период измерений составило 0.51144 ± 10 ($n=12$). Точность определения концентраций Sm и Nd составила $\pm 0.5\%$, изотопных отношений $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd} - \pm 0.5\%$, $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} - \pm 0.005\%$ (2σ). Уровень холостого опыта – 0.05–0.20 нг Sm, 0.1–0.5 нг Nd. При расчете величин $\varepsilon_{\text{Nd}(0)}$ и модельных возрастов $t_{\text{Nd(DM)}}$ использованы современные значения CHUR по [Jacobsen, Wasserburg, 1984] ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}=0.512638$, $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}=0.1967$) и DM по [Goldstein, Jacobsen, 1988] ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}=0.513151$, $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}=0.2136$).

3. ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Как было указано выше, объектами наших исследований являются метаосадочные породы Джагдинского террейна Монголо-Охотского складчатого пояса. Этот террейн (рис. 1) выделен нами из состава Тукурингра-Джагдинского террейна (по [Khanchuk, 2006]) на том основании, что он сложен более молодыми породами и исторически выделяется в качестве самостоятельной структурной зоны [Serezhnikov, Volkova, 2007], отделенной региональными разломами.

Джагдинский террейн (рис. 1) вытянут в субширотном направлении почти на 200 км при максимальной ширине 35–40 км и располагается между Унья-Бомским и Долбырь-Тунгалинским террейнами.

В его строении (снизу вверх) выделяют следующую последовательность стратифицированных образований [Serezhnikov, Volkova, 2007].

1. Условно нижнекаменноугольная джескогонская свита мощностью 1550 м сложена глинистыми сланцами с прослоями разномерных полимиктовых метапесчаников, зеленокаменных пород и линзами известняков. Свита не содержит фауны, ее возраст условно считается раннекаменноугольным на основании согласного налегания на нее нектерской свиты.

2. Верхнекаменноугольная нектерская свита мощностью 1050 м представлена филлитизированными алевролитами, глинистыми сланцами с прослоями и линзами мелкозернистых полимиктовых метапесчаников, зеленых сланцев, кварцитов, мраморизованных известняков. В известняках нектерской свиты обнаружены фораминиферы *Triticites* ex gr. *parvulus* Schell., *T.* ex gr. *irregularis* Schell.,

характерные для конца позднего карбона [Serezhnikov, Volkova, 2007]. Нектерская свита согласно перекрывается бочагорской.

3. Нижнепермская бочагорская свита мощностью 1650 м сложена филлитами, зелеными сланцами, кварцитами с пластами и линзами кремнистых, кремнисто-глинистых сланцев, мраморизованных известняков. Известняки бочагорской свиты содержат комплекс фораминифер и кораллов *Pseudofusulina* cf. *uralica* Schelw., *Acervoschwagerina* sp., *Waagenophyllum* cf. *magnificum* Dougl., характерных для ассельского яруса нижней перми [Serezhnikov, Volkova, 2007].

Породы указанных стратиграфических подразделений неравномерно метаморфизованы в условиях зеленосланцевой фации [Serezhnikov, Volkova, 2007].

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Sm-Nd изотопно-геохимические исследования выполнены для метаосадочных пород из всех выделяемых в строении Джагдинского террейна стратиграфических подразделений (джескогонской, нектерской, бочагорской свит).

Результаты исследований, приведенные в таблице, свидетельствуют о том, что метаосадочные породы центральной части Джагдинского террейна характеризуются слабоварьирующимися величинами Nd-модельного возраста $t_{\text{Nd(DM)}}=1.5-1.0$ млрд лет. Это дает основание считать, что в качестве главных источников сноса протолитов метаосадочных пород Джагдинского террейна выступали породы, которые характеризуются в среднем мезопротерозойскими оценками Nd-модельного возраста. Ранее нами [Zaika et al., 2018] было показано, что возраст, тождественный с Nd-модельным ($t_{\text{Nd(DM)}}=1.5-1.1$ млрд лет), имеют метатерригенные породы теплоключевской, гармаканской и алгаинской свит Тукурингского террейна Монголо-Охотского пояса.

На диаграмме ε_{Nd} – возраст (рис. 2) отчетливо видно, что линии эволюции Nd-изотопного состава метатерригенных пород Джагдинского и Тукурингского террейнов Монголо-Охотского пояса практически идентичны. Кроме того, важно отметить, что близкими характеристиками Nd-изотопного состава обладают также юрские осадочные породы Верхнеамурского и Зей-Депского прогибов. Эти прогибы наложены на разновозрастные структуры северо-восточной части Амурского супертеррейна (по [Parfenov et al., 2001]) и непосредственно примыкают с юга к Монголо-Охотскому складчатому поясу. Предполагается [Parfenov et al., 2001], что эти прогибы имеют орогенную природу и, вероятно,

Результаты Sm-Nd изотопно-геохимических исследований метаосадочных пород джескогонской, нектерской, бочагорской свит центральной части Джагдинского террейна

Sm-Nd isotope-geochemical data on metasedimentary rocks of the Dzhsogon, Nektera and Bochagor suites of the central Dzhagda terrane

№ п/п	Номер образца	Свита	Sm, мкг/г	Nd, мкг/г	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ($\pm 2\sigma$ изм.)	$\epsilon_{\text{Nd}(0)}$	$t_{\text{Nd(DM)}}$, млн лет
1	V-10	Бочагорская	2.92	15.15	0.1166	0.512253 \pm 2	-7.5	1407
2	C-1285	Нектерская	3.12	14.75	0.1277	0.512292 \pm 2	-6.8	1521
3	C-1285-9	Нектерская	4.93	24.98	0.1194	0.512490 \pm 3	-2.9	1067
4	C-1288	Нектерская	4.29	20.17	0.1287	0.512397 \pm 3	-4.7	1349
5	V-9	Нектерская	5.74	28.90	0.1201	0.512446 \pm 2	-3.7	1148
6	V-28	Джескогонская	5.57	31.55	0.1067	0.512397 \pm 2	-4.7	1073
7	C-1286	Джескогонская	4.59	24.81	0.1119	0.512473 \pm 2	-3.2	1015
8	C1289	Джескогонская	3.01	16.30	0.1117	0.512442 \pm 3	-3.8	1060
9	C-1293	Джескогонская	3.57	19.53	0.1104	0.512487 \pm 3	-2.9	980
10	V-11	Джескогонская	5.47	26.62	0.1242	0.512502 \pm 6	-2.7	1105
11	V-40-2	Джескогонская	3.22	18.19	0.1069	0.512287 \pm 3	-6.8	1231

Примечание. Величины ошибок (2σ) определения отношения $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ соответствуют последним значащим цифрам после запятой.

Note. The $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ratios are determined with error values 2σ corresponding to the last significant digits after the comma.

представляют собой фрагменты бассейнов форланда [Smirnova et al., 2017].

Указанное выше сходство позволяет предполагать, что осадочные комплексы перечисленных геологических структур (Джагдинский и Тукурин-

гский террейны Монголо-Охотского пояса, Верхнеамурский и Зея-Депский прогибы) сформировались за счет близких по своим Sm-Nd изотопно-геохимическим характеристикам источников. В качестве таких источников вполне могли выступать

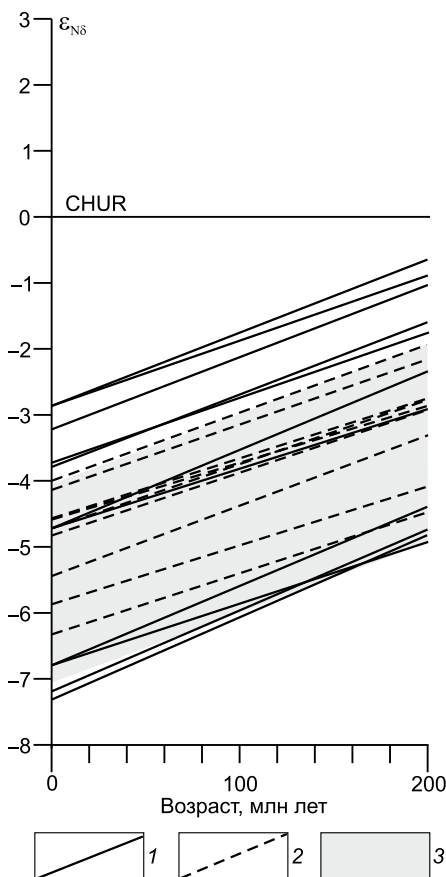


Рис. 2. Диаграмма ϵ_{Nd} – возраст для метатерригенных пород Джагдинского террейна.

1 – линии Nd-изотопного состава метатерригенных пород джескогонской, нектерской и бочагорской свит Джагдинского террейна (данные из таблицы); 2 – линии Nd-изотопного состава метатерригенных пород Тукурингского террейна (по [Zaika et al., 2018]); 3 – поле Nd-изотопного состава песчаников и алевролитов Верхнеамурского и Зея-Депского прогибов (по [Smirnova et al., 2017]). CHUR – неистощенный (хондритовый) мантийный резервуар (по [Wasserburg et al., 1981]).

Fig. 2. Diagram ϵ_{Nd} – age for metaterrigenous rocks of the Dzhagda terrane.

1 – lines of Nd isotopic composition of metaterrigenous rocks of the Dzhsogon, Nektera and Bochagor suites of the Dzhagda terrane (data from the Table); 2 – lines of Nd isotopic composition of metaterrigenous rocks of the Tukuringra terrane (after [Zaika et al., 2018]); 3 – field of Nd isotopic composition of sandstones and aleurolites of the Upper Amur and Zeya-Dep troughs (after [Smirnova et al., 2017]). CHUR – non-depleted (chondritic) mantle reservoir (after [Wasserburg et al., 1981]).

палеозойские магматические и осадочные комплексы северной окраины Амурского супертеррейна, которые в основном характеризуются значениями Nd-модельного возраста в интервале 1.5–1.0 млрд лет [Sorokin et al., 2005, 2014, 2015; Smirnova et al., 2017].

Помимо общего сходства Nd-изотопного состава пород сравниваемых геологических структур (Джагдинский и Тукурингрский террейны Монголо-Охотского пояса, Верхнеамурский и Зея-Депский прогибы) следует отметить и определенную вариативность изотопных характеристик (рис. 2). В частности, некоторым образцам метаосадков Джагдинского террейна свойственны несколько более высокие значения параметра ε_{Nd} . На наш взгляд, это объясняется большим вкладом материала, имеющего мантийные изотопные характеристики, что вполне логично для осевой части Монголо-Охотского складчатого пояса, которую представляет Джагдинский террейн (см. рис. 1).

Для Верхнеамурского и Зея-Депского прогибов такая интерпретация представляется единственно возможной, но для Джагдинского и Тукурингрского террейнов она выглядит достаточно неожиданной, тем более что в большинстве геодинамических моделей (см. обзор в [Parfenov et al., 2001]) эти террейны рассматриваются в качестве аккреционного клина окраины Северо-Азиатского кратона. Однако, как показывают результаты Sm-Nd изотопно-геохимических исследований последних лет [Velikoslavinskii et al., 2011, 2012, 2015, 2016a, 2016b;

Kotov et al., 2016], магматические и метаморфические комплексы Селенгино-Станового и Джугджуро-Станового супертеррейнов, являющихся северным континентальным обрамлением Монголо-Охотского пояса, характеризуются преимущественно палеопротерозойскими и архейскими Nd-модельными возрастными в диапазоне 3.2–2.0 млрд лет. Данное обстоятельство не позволяет рассматривать эти комплексы в качестве главного источника обломочного материала для осадочных пород ни Джагдинского, ни Тукурингрского террейнов.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные нами результаты дают основание полагать, что осадочные породы Джагдинского, так же как и Тукурингрского, террейна сформировались за счет материала, поступавшего преимущественно со стороны Амурского супертеррейна (с юга в современных координатах). Подпитка материалом со стороны южной окраины Северо-Азиатского кратона (с севера в современных координатах) либо отсутствовала, либо была минимальной.

6. БЛАГОДАРНОСТИ

Исследования выполнены при поддержке РФФИ (проект № 18-05-00206).

7. ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Didenko A.N., Kaplun V.B., Malyshev Y.F., Shevchenko B.F., 2010. Lithospheric structure and Mesozoic geodynamics of the eastern Central Asian orogen. *Russian Geology and Geophysics* 51 (5), 492–506. <https://doi.org/10.1016/j.rgg.2010.04.006>.
- Goldstein S.J., Jacobsen S.B., 1988. Nd and Sr isotopic systematics of river water suspended material: implications for crustal evolution. *Earth and Planetary Science Letters* 87 (3), 249–265. [https://doi.org/10.1016/0012-821X\(88\)90013-1](https://doi.org/10.1016/0012-821X(88)90013-1).
- Jacobsen S.B., Wasserburg G.J., 1984. Sm-Nd isotopic evolution of chondrites and achondrites, II. *Earth and Planetary Science Letters* 67 (2), 137–150. [https://doi.org/10.1016/0012-821X\(84\)90109-2](https://doi.org/10.1016/0012-821X(84)90109-2).
- Khanchuk A.I. (Ed.), 2006. Geodynamics, Magmatism and Metallogeny of the Eastern Russia. Book 1. Dalnauka Publishing House, Vladivostok, 572 p. (in Russian) [Геодинамика, магматизм и металлогения востока России / Ред. А.И. Ханчук. Кн. 1. Владивосток: Дальнаука, 2006. 572 с.].
- Khanchuk A.I., Didenko A.N., Popeko L.I., Sorokin A.A., Shevchenko B.F., 2015. Structure and evolution of the Mongol-Okhotsk orogenic belt. In: A. Kröner (Ed.), The Central Asian orogenic belt. Geology, evolution, tectonics, and models. Borntraeger Science Publishers, Stuttgart, Germany, p. 211–234.
- Kotov A.B., Velikoslavinsky S.D., Kovach V.P., Sorokin A.A., Sorokin A.P., Skovitina T.M., Zagornaya N.Yu., Wang K.-L., Chung S.-L., Jahn B.-M., 2016. Paleoproterozoic age of the Zeya Group, Stanovoy Complex of the Dzhugdzhuro-Stanovoy superterrane (Central Asian mobile belt): Results of Sm-Nd isotopic and U-Th-Pb geochronological (LA-ICP-MS) analyses. *Doklady Earth Sciences* 471 (2), 1234–1237. <https://doi.org/10.1134/S1028334X16120114>.
- Metelkin D.V., Gordienko I.V., Klimuk V.S., 2007. Paleomagnetism of Upper Jurassic basalts from Transbaikalia: new data on the time of closure of the Mongol-Okhotsk Ocean and Mesozoic intraplate tectonics of Central Asia. *Russian Geology and Geophysics* 48 (10), 825–834. <https://doi.org/10.1016/j.rgg.2007.09.004>.
- Natal'in B., 1993. History and modes of Mesozoic accretion in southeastern Russia. *Island Arc* 2 (1), 15–34. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1738.1993.tb00072.x>.

- Parfenov L.M., Popeko L.I., Tomurtogoo O., 2001. Problems of tectonics of the Mongol-Okhotsk orogenic belt. *Geology of the Pacific Ocean* 16 (5), 797–830.
- Serezhnikov A.N., Volkova Yu.R., 2007. State Geological Map of the Russian Federation. Scale 1:1000000. Third Generation. Sheet N-52 (Zeya). Far East Series. Publishing House of A.P. Karpinsky Russian Geological Research Institute, Saint Petersburg (in Russian) [Сережников А.Н., Волкова Ю.Р. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1000000. Третье поколение. Лист N-52 (Зей). Дальневосточная серия. Санкт-Петербург: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2007].
- Smirnova Y.N., Sorokin A.A., Popeko L.I., Kotov A.B., Kovach V.P., 2017. Geochemistry and provenances of the Jurassic terrigenous rocks of the Upper Amur and Zeya–Dep troughs, Eastern Central Asian fold belt. *Geochemistry International* 55 (2), 163–183. <https://doi.org/10.1134/S181971401703006X>.
- Sorokin A.A., Kotov A.B., Kovach V.P., Ponomarchuk V.A., Savatenkov V.M., 2014. Sources of the Late Mesozoic magmatic associations in the northeastern part of the Amurian microcontinent. *Petrology* 22 (1), 65–76. <https://doi.org/10.1134/S0869591113050068>.
- Sorokin A.A., Kotov A.B., Kudryashov N.M., Kovach V.P., 2005. Late Paleozoic Urusha magmatic complex in the southern framing of the Mongolia-Okhotsk Belt (Amur Region): age and geodynamic setting. *Petrology* 13 (6), 596–610.
- Sorokin A.A., Smirnova Yu.N., Kotov A.B., Kovach V.P., Sal'nikova E.B., Popeko L.I., 2015. Provenances of the Paleozoic terrigenous sequences of the Oldoi terrane of the Central Asian orogenic belt: Sm-Nd isotope geochemistry and U-Pb geochronology (LA-ICP-MS). *Geochemistry International* 53 (6), 534–544. <https://doi.org/10.1134/S0016702915040072>.
- Velikoslavinskii S.D., Kotov A.B., Kovach V.P., Larin A.M., Sorokin A.A., Sorokin A.P., Tolmacheva E.V., Salnikova E.B., Wang K.L., Jahn B.M., Cung S.L., 2016b. Mesozoic age of the Gilyui Metamorphic Complex in the junction zone of the Selenga–Stanovoi and Dzhugdzhur–Stanovoi superterrane, Central Asian fold belt. *Doklady Earth Sciences* 468 (2), 561–565. <https://doi.org/10.1134/S1028334X16060167>.
- Velikoslavinskii S.D., Kotov A.B., Kovach V.P., Sorokin A.A., Sorokin A.P., Tolmacheva E.V., Wang K.L., Cung S.L., 2015. The Paleoproterozoic age of protoliths of metasedimentary rocks of the Sutam formation of the Aldan granulite-gneiss megacomplex (Stanovoi suture). *Doklady Earth Sciences* 463 (2), 765–769. <https://doi.org/10.1134/S1028334X15080073>.
- Velikoslavinskii S.D., Kotov A.B., Kovach V.P., Tolmacheva E.V., Larin A.M., Sorokin A.A., Sorokin A.P., Wang K.L., Salnikova E.B., 2016a. Age, sources, and provenances of protoliths of metasedimentary rocks of the Dzheltulak group, Dzheltulak suture. *Doklady Earth Sciences* 468 (2), 545–548. <https://doi.org/10.1134/S1028334X16060027>.
- Velikoslavinskii S.D., Kotov A.B., Sal'nikova E.B., Larin A.M., Sorokin A.A., Sorokin A.P., Kovach V.P., Tolmacheva E.V., Gorokhovskii B.M., 2011. Age of Ilikan Sequence from the Stanovoi complex of the Dzhugdzhur–Stanovoi superterrane, Central-Asian foldbelt. *Doklady Earth Sciences* 438 (1), 612–616. <https://doi.org/10.1134/S1028334X11050400>.
- Velikoslavinskii S.D., Kotov A.B., Salnikova E.B., Larin A.M., Sorokin A.A., Sorokin A.P., Kovach V.P., Tolmacheva E.V., Yakovleva S.Z., Anisimova I.V., 2012. Age of the Ust'-Gilyui sequence in the Stanovoi Complex of the Selenga–Stanovoi Superterrane, Central Asian fold belt. *Doklady Earth Sciences* 444 (2), 661–665. <https://doi.org/10.1134/S1028334X12060086>.
- Wasserburg G.J., Jacobsen S.B., DePaolo D.J., McCulloch M.T., Wen T., 1981. Precise determination of SmNd ratios, Sm and Nd isotopic abundances in standard solutions. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 45 (12), 2311–2323. [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(81\)90085-5](https://doi.org/10.1016/0016-7037(81)90085-5).
- Zaika V.A., Sorokin A.A., Xu B., Kotov A.B., Kovach V.P., 2018. Geochemical features and sources of metasedimentary rocks of the western part of the Tukuringra terrane of the Mongol–Okhotsk Fold Belt. *Stratigraphy and Geological Correlation* 26 (2), 157–178. <https://doi.org/10.1134/S0869593818020077>.



Виктор Александрович Заика, аспирант, м.н.с.
Институт геологии и природопользования ДВО РАН
675000, Благовещенск, пер. Рёлочный, 1, Россия

✉ e-mail: zaikava@ignm.ru

ORCID ID <https://orcid.org/0000-0003-2842-0608>

Viktor A. Zaika, Post-Graduate Student, Junior Researcher
Institute of Geology and Natural Management, Far East Branch of RAS
1 Relochniy lane, Blagoveschensk 675000, Russia



Андрей Анатольевич Сорокин, докт. геол.-мин. наук, директор, зав. лабораторией
Институт геологии и природопользования ДВО РАН
675000, Благовещенск, пер. Рёлочный, 1, Россия

e-mail: sorokin@ascnet.ru

ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-8879-5412>

Andrey A. Sorokin, Doctor of Geology and Mineralogy, Director, Head of laboratory
Institute of Geology and Natural Management, Far East Branch of RAS
1 Relochniy lane, Blagoveschensk 675000, Russia



Виктор Петрович Ковач, канд. геол.-мин. наук, с.н.с.
Институт геологии и геохронологии докембрия РАН
199034, Санкт-Петербург, набережная Макарова, 2, Россия.

e-mail: v.p.kovach@gmail.com

Viktor P. Kovach, Candidate of Geology and Mineralogy, Senior Researcher
Institute of Precambrian Geology and Geochronology of RAS
2 Makarova emb., Saint Petersburg 199034, Russia