ЛИТОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕРХНЕДЕВОНСКОЙ ЯКШИНСКОЙ СВИТЫ (ЗАПАДНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

В. С. Ташлыков, О. Р. Минина

Геологический институт СО РАН, Улан-Удэ; t2tashlykov@mail.ru, minina@ginst.ru

В статье приведены результаты литогеохимических исследований терригенных пород верхнедевонской якшинской свиты, которая представляет наибольший интерес, поскольку вопросы, касающиеся возраста, состава, объема стратона до сих пор остаются открытыми. Новые данные в дальнейшем позволят расшифровать процессы, протекавшие как в бассейне седиментации, так и на прилегающих к нему территориях, которые выступают в качестве источников сноса обломочного материала. Свита сложена терригенно-карбонатными породами и имеет двучленное строение. Нижнеякшинская подсвита существенно карбонатная, верхнеякшинская — терригенная. По петрохимической характеристике терригенные породы якшинской свиты отвечают грауваккам. В то же время по химическому составу терригенные породы нижнеякшинской подсвиты классифицируются как нормотитанистые и супертитанистые нормосиллиты, верхнеякшинской — как нормотитанистые нормосиллиты. По геохимическим данным, нижнеякшинская подсвита накапливалась в условиях относительно мелководного шельфового побережья при незначительном поступлении терригенной кластики, верхнеякшинская подсвита — в более глубоководных, неритовых условиях открытой окраины шельфа. Источниками сноса пород могли быть близко расположенные поднятия позднекембрийского фундамента, сложенные верхнерифейскими островодужными комплексами.

Ключевые слова: Якшинская свита, терригенные породы, обстановки осадконакопления, литохимическая характеристика.

LITHOGEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE YAKSHA FORMATION (WESTERN TRANSBAIKALIA)

V. S. Tashlykov, O. R. Minina

Geological Institute SB RAS, Ulan-Ude

The article presents the results of lithogeochemical studies of terrigenous rocks of the Yaksha formation. The Yaksha formation belongs to the Late Devonian, composed of terrigenous-carbonate rocks and is divided into two components. The object of geological exploration is located in the Bauntovsky district of the Republic of Buryatia. In regional terms, it is located on the sheet area GGK-200/2 occupying the central and northern parts of the Vitim plateau. [7] The lower Yaksha subformation is substantially carbonate, the upper Yaksha subformation is flyschoid terrigenous. According to the petrochemical characterization, the rocks of the Yaksha Formation are graywackes. According to the chemical composition, terrigenous rocks of the Lower Yaksha carbonate subformation are classified as normotitanic and supertitanium normosiallites, rocks of the Upper Yaksha subformation are classified as normotitanic normosyllites. According to geochemical data, the Lower Yaksha subformation was formed in the conditions of a shallow carbonate shelf with vigorous water movements, the Upper Yaksha subformation was formed in deeper conditions of the open terrigenous shelf. The sources of rock drift could be the closely located uplifts of the Late Precambrian foundation, composed of Upper Riphean island-arc complexes.

Keywords: Yaksha formation, terrigenous rocks, sedimentation conditions, lithochemical characteristic.

Введение

Седиментологические критерии наряду с данными магматической петрологии и геохимии также являются индикаторами геодинамических режимов. Поэтому одним из важных элементов восстановления тектонической истории развития складчатых поясов является реконструкция некогда существовавших седиментационных бассейнов. Их фрагменты в современной структуре представлены осадочными вещественными комплексами, геохимические особенности которых применяются при реконструкции геодинамических обстановок. Для выявления последних используются различные дискриминантные диаграммы [10] и петрохимические модули [8], также позволяющие реконструировать источники сноса. Наши исследования связаны с комплексным изучением стратифицированных образований Багдаринской подзоны Витимкан-Ципинской зоны с использованием современных мето-

дов и направлены на реконструкцию позднепалеозойского Багдаринского палеобассейна седиментации. На протяжении многих лет разные исследователи изучали отложения Багдаринской подзоны, но, несмотря на это, до сих пор остаются нерешенные проблемы, касающиеся возраста, состава, объема стратона и их взаимоотношений. Данная статья посвящена изучению геохимических особенностей терригенных пород якшинской свиты и реконструкции геодинамических условий ее формирования.

Якшинская свита Багдаринской подзоны

Багдаринская подзона расположена в центральной и северной частях Витимского плоскогорья. В структурном отношении она рассматривается как Багдаринская синформа (грабен-синклиналь) со сложной покровно-складчатой структурой, которая сформировалась в конце раннегерцинского этапа (C_{1-2}) [4].

Для цитирования: Ташлыков В. С., Минина О. Р. Литогеохимическая характеристика верхнедевонской якшинской свиты (Западное Забайкалье) // Вестник геонаук. 2020. 5(305). С. 17—23. DOI: 10.19110/geov.2020.5.3.

For citation: Tashlykov V. S., Minina O. R. Lithogeochemical characteristics of the Yaksha Formation (Western Transbaikalia). Vestnik of Geosciences. 2020. 5(305). С. 17—23. DOI: 10.19110/geov.2020.5.3.

Рис. 1. Схема геологического строения Багдаринской синформы [1] с дополнениями авторов: 1 — четвертичные отложения; 2 — имская свита (K_1im): конгломераты, песчаники, алевролиты; 3 — ауникская толща ($C_{1-2}au$): туфотерригенные породы, туфы; 4 — точерская свита (D_3-C_1tc): конгломераты, песчаники, алевропелиты, туфотерригенные породы, прослои известняков, туфов; 5 — киройская толща (D_3fjkr): углисто-глинистые сланцы; 6 — багдаринская свита (D_3fjbg): песчаники и алевролиты пестроцветные, прослои песчаных известняков; 7 — якишинская свита (D_3jkr): переслаивание песчаников, алевролитов, алевропелитов, известняков; 8 — ороченская свита (D_1-2or): известняки, доломиты; 9 — усойская свита (RF_{3us}): базальты, риолиты, дациты и их туфы; 10 — сиваконская свита (RF_{3sk}): эффузивы кислого и основного состава; 11 — шаманский комплекс (RF_{3s}): габбро, диориты; 12 — ауникский комплекс (RF_{3ak}): амфиболиты, серпентиниты; 13, 14 — витимканский комплекс (PZ_{3v}): 13 — порфириновые биотитовые граниты, 14 — лейкократовые граниты; 15 — точерский субвулканический комплекс (C_2tc): риолиты, андезиты; 16 — тектонические нарушения; 17 — абсолютный возраст; 18 — места отбора проб

Fig 1. Scheme of the geological structure of the Bagdarin synform: 1 — Quaternary deposits; 2 — imsky formation (K_1im): conglomerates, sandstones, siltstones; 3 — Anunik sequence ($C_{1-2}au$): tuffoterrigenous rocks, tuffs; 4 — Tocher formation (D_3-C_1tc): conglomerates, sandstones, siltstones, tuffoterrigenous rocks, intercalations of limestone, tuff; 5 — Kiroi sequence (D_3fjkr): carbonaceous shales; 6 — Bagdarin formation (D_3fjbg): sandstones and siltstones variegated, interlayers of sandy limestone; 7 — Yakshinsky formation (D_3jkr): intercalation of sandstones, siltstones, siltstones, limestones; 8 — Orochensky formation (D_1-2or): limestones, dolomites; 9 — Usui Formation (RF_{3us}): basalts, rhyolites, dacites and their tuffs; 10 — Sivakonskaya formation (RF_{3sk}): acidic and basic effusives; 11 — shamanistic complex (RF_{3s}): gabbro, diorites; 12 — Anunik complex (RF_{3ak}): amphibolites, serpentinites; 13, 14 — Vitimkan complex (PZ_{3v}): 13 — porphyritic biotite granites, 14 — leucocratic granites; 15 — Tocher subvolcanic complex (C_2tc): rhyolites, andesites; 16 — tectonic dislocations; 17 — absolute age; 18 — places of sampling

Синформа располагается среди верхнепалеозойских гранитоидов и включает поля докембрийских метаморфических пород и относительно слабо метаморфизованных пород верхнего палеозоя (рис. 1).

Докембрийские отложения образуют байкальский структурный этаж и слагают серию тектонических блоков в осевой части Багдаринской синформы (хребет Шаман). Палеозойские комплексы раннегерцинского структурного этажа представлены двумя типами разрезов: ороченским и точерским [4]. К первому типу отнесены ороченская (D_{1-2}), якшинская (D_3) и багдаринская ($D_3-C_2^1$) свиты, ко второму — точерская свита (D_3fm-C_1t) (рис. 2) [1, 3].

Якшинская свита впервые была выделена П. В. Осокиным [3] на Чина-Амалатском междуречье и считалась верхнепалеозойской. Позже П. В. Осокиным (1960) и Н. А. Фишевым (1964) свита была отнесена к верхнему протерозою, А. Н. Булгатовым, Н. П. Андреевым (1991), В. И. Давыдовым (1981) — к среднему кембрию, Ю. П. Бутовым (1996) — к среднему-верхнему кембрию, Г. Л. Митрофановым (2005) — к нижнему-среднему кембрию (рис. 3).

Стратотипический разрез якшинской свиты расположен по ручью Средняя Якша (рис. 1). Свита мощностью до 1300 м сложена терригенно-карбонатными породами и имеет двучленное строение, подразделяясь на нижнеякшинскую и верхнеякшинскую подсвиты.

Нижнеякшинская подсвита (мощность 250—460 м) существенно карбонатная, сложена ритмично переслаивающимися битуминозными темно-серыми, серыми алевритистыми, песчанистыми известняками и серыми, темно-серыми алевролитами, глинистыми сланцами при подчиненном количестве доломитов, песчаников. По ручью Крутой (приток р. Багдаринки) подавляющую часть основания разреза подсвиты слагают битуминозные комковатые (водорослевые), оолитовые и афанитовые известняки. Среди известняков присутствуют органогенные постройки, имеющие форму линз или неправильно-овальные очертания (типичны для края склона), образованные кораллами *Graciolopora* sp., *Pachypora* sp. (D_2-D_3f) и *Chaetetes* sp., водорослями *Rothpletzella* sp. (S-D), строматопороидеями (PZ_2) и хететидами *Chaetetessp.* (D-P). В слоистых алевритистых известняках с прослоями алевролитов выделены конодонты *Spathognathodus* sp. (D_3), *Palmatolepis* cf. *transitans* Mull., *Panderodus* sp., *Mesotaxis asymmetricus* Bisch. et Ziegl. и *Palmatholepis* cf. *triangularis* Sann. (D_3f_1) и миоспоры (D_3f_1). Возраст подсвиты определяется поздним девонем, франом [2].

Верхнеякшинская подсвита (мощность 450—850 м) терригенная, представлена переслаиванием полимиктовых и карбонатных песчаников, алевролитов с прослоями черных аргиллитов, песчанистых и глинистых известняков. Для последних характерно присутствие остатков сифоновых водорослей (D), строматопороидей *Actinostroma* cf. *guasifenestratum* Khromych (D_3fm), криноидей (PZ_2), хитинозой *Conochitina* sp., *Rhabdochitina* sp., *Desmochitina* sp. (O-D). Во всех разновидностях пород выделены миоспоры, определяющие позднедевонский, фаменский возраст отложений. Кроме того, в пробах установлены фрагменты докембрийско-нижнепалеозойской фауны (обломки граптолитов, мелко-раковинной фауны, археоциат, трилобитов), которые

Рис 2. Геологические разрезы девонско-каменноугольных отложений Багдаринской подзоны [2]: 1 — сланцы сиваконской свиты (RF₃); 2—7 — девон — средний карбон: 2 — доломиты; 3 — известняки; 4 — конгломераты, гравелиты, песчаники; 5 — песчаники, алевролиты; 6 — алевропелиты, глинистые сланцы; 7 — риолиты, трахириолиты; 8 — уровни сбора органических остатков

Fig. 2. Geological sections of the Devonian — Carboniferous deposits of the Bagdarin subzone: 1 — shales of the Sivakon formation (RF₃); 2—7 — Devonian-Middle Carboniferous: 2 — dolomites; 3 — limestones; 4 — conglomerates, gravelites, sandstones; 5 — sandstones, siltstones; 6 — aleuropelites, clay shales; 7 — rhyolites, trachyriolites; 8 — levels of collection of organic residues.

Места находок конодонтов / Conodont locations: 1 — *Spathognathodus* sp., *Palmatolepis* cf. *transitans* Mull., 2 — *Panderodus* sp., *Mesotaxis asymmetricus* Bisch. et Ziegl., 3 — *Palmatholepis* cf. *triangularis* Sann

мы считаем седиментационно-переотложенными при размыве додевонских пород.

Якшинская свита согласно залегает на карбонатной ороченской свите (руч. Крутой, правый приток р. Багдаринки) и связана с ней постепенным переходом. Верхний контакт свиты не определен.

По данным А. В. Филимонова, отложения существенно известняковой части разреза якшинской свиты (нижнеякшинская подсвита) накапливались в обстановках открытой окраины шельфа и нижней части передового склона карбонатной платформы (подосва подводного склона и неритовые условия открытой окраины шельфа), глубина достигала 200—300 м [6]. Отложения терригенной верхнеякшинской подсвиты отвечают обстановкам морской палеодельты, продвигавшейся в море по карбонатной платформе, на фронте которой формировались турбидитовые слои [6].

Рис. 3. Схема корреляции докембрийских и палеозойских стратиграфических подразделений Багдаринской подзоны по представлениям разных авторов

Fig. 3. Correlation diagram of Precambrian and Paleozoic stratigraphic units of the Bagdarin subzone according to the ideas of different authors

Литохимическая характеристика

Изучение химического состава пород проводилось в Центре коллективного пользования «Аналитический центр минералого-геохимических и изотопных исследований» Геологического института СО РАН (г. Улан-Удэ) с использованием полного химического (силикатный, F, S, CO₂) атомно-абсорбционного метода; анализа концентрации основных петрогенных элементов и микроэлементов (Cu, Zn, Ga, Rb, Sr, Ba, Y, Na, Nb, Zr, Mo, W, Pb), а также рентгенофлуоресцентного метода (РФА).

Согласно существующим на сегодняшний день методикам изучения осадочных толщ [9, 11, 12], использование литогеохимических данных позволяет расшифровать как вещественный состав пород в области источников сноса, так и геодинамические условия палеобассейна. Так, по результатам анализа литохимического состава терригенных пород якшинской

свиты были рассчитаны значения гидролизатного модуля (ГМ = 0.34–0.48) (см. табл.). Эти данные позволяют классифицировать породы как нормосиаллиты. Значения титанового модуля (ТМ) нижнеякшинской и верхнеякшинской подсвиты отличаются. Согласно расчетам, терригенные породы **нижнеякшинской** карбонатной подсвиты классифицируются как нормотитанистые и супертитанистые нормосиаллиты (ТМ = 0.071–0.100), в то время как породы **верхнеякшинской** подсвиты относятся к нормотитанистым нормосиаллитам (ТМ = 0.030–0.070).

Одним из факторов повышенного ТМ у карбонатных пород нижнеякшинской подсвиты может быть проявление закономерности Мигдисова, поскольку многие из них (детритовые известняки) осаждались в относительно мелководных обстановках, в условиях активного движения воды, когда происходило не только отмучивание глинистой примеси, но даже шлихование тяжелых минералов [12].

Значения некоторых петрохимических модулей пород якшинской свиты

The values of the petrochemical modules of the Yaksha suite

Модуль / Module	Подсвиты / Subformations	
	Верхнеякшинская (терригенная) Upper Yaksha	Нижнеякшинская (карбонатная) Lower Yaksha
Гидролизатный / Hydrolyzate [Al ₂ O ₃ +TiO ₂ +Fe ₂ O ₃ +FeO+MnO)/SiO ₂]	0.34—0.48 нормосиаллиты / normosyalites	0.34—0.48 нормосиаллиты / normosyalites
Титановый / Titanium [TiO ₂ /Al ₂ O ₃]	0.030—0.070 нормотитанистые нормосиаллиты	0.071—0.100 нормотитанистые и супертитанистые нормосиаллиты
Условия формирования Formation conditions	морские фациальные обстановки (normotitanium normosyalites) Marine facies	фациальные обстановки открытого шельфа (normotitanium and super titanium normosyalites) Open shelf facies

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что нижнеякшинская подсвита предположительно формировалась в условиях относительно мелководного шельфового побережья, верхнеякшинская подсвита — в более глубоководных, неритовых условиях открытой окраины шельфа [5].

Наши данные в целом согласуются с имеющимися представлениями и позволяют говорить о том, что нижнеякшинская подсвита накапливалась на пологом склоне относительно мелководного шельфового побережья при незначительном поступлении терригенной кластики. Для отложений характерны биостромы и биогермы, сложенные кораллами, водорослями, строматопороидеями, а также карбонатно-глинистые, глинистые осадки, накапливающиеся в относительно неспокойной гидродинамической обстановке. Обломочный материал поступал с прилегающего побережья и рифа (ороченская свита). Для водорослевых образований характерны водорослевые корки, колонии водорослей, захороненные в органических известковых илах.

Для пород верхнеякшинской подсвиты изученной части разрезы реконструируют морские обстановки шельфового открытого углубляющегося палеобассейна. Об этом свидетельствует увеличение поступления тонких карбонатно-глинистых, глинистых осадков (карбонатные алевриты, аргиллиты). Для пород характерно присутствие на отдельных участках текстур взмучивания (наиболее углубленные участки), микроразрывов слоев, концентрация обломков скелетных организмов, водорослей и присутствие тентакулит, конодонтов. Однако полученные данные в целом не противоречат представлениям предшественников о существовании небольшой субаквальной дельты в определенной части Багдаринского палеобассейна в это время.

Терригенные породы обеих подсвит якшинской свиты соответствуют грауваккам. На классификационной диаграмме Ф. Дж. Петтиджона и др. [12] их фигуративные точки расположились преимущественно в поле граувакк (рис. 4).

В поле граувакк преимущественно попали фигуративные точки пород якшинской свиты и на диаграмме М. М. Хирона [11] (рис. 5).

Для характеристики источников сноса терригенных пород якшинской свиты была использована треугольная диаграмма М. Бхатия и К. Крука [10] (Th-Co-

Рис. 4. Классификационная диаграмма Ф. Петтиджона и др. [12] $\log(\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{K}_2\text{O}) - \log(\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3)$ для песчаников якшинской свиты: 1 — нижнеякшинская подсвита; 2 — верхнеякшинская подсвита

Fig. 4. Pettijohn classification diagram $\log(\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{K}_2\text{O}) - \log(\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3)$ for sandstones: 1 — Lower Yaksha subformation; 2 — Upper Yaksha subformation

Рис. 5. Классификационная диаграмма М. М. Хирона [11] для терригенных отложений якшинской свиты: 1 — нижнеякшинская подсвита; 2 — верхнеякшинская подсвита

Fig. 5. Classification diagram of Herron M. M. for terrigenous sediments: 1 — Lower Yaksha subformation; 2 — Upper Yaksha subformation

Zr/10) (рис. 6). На ней фигуративные точки упомянутых пород попадают в поле океанических островных дуг. Таким образом, авторы предполагают, что основным источником сноса для терригенных пород якшинской свиты были верхнерифейские вулканы (усойская, жанокская, буромская свиты, сиваконская толща) и габбро-диориты (шаманский комплекс шаманской пластины) Витимкан-Ципинской зоны, слагающие выступы фундамента палеобассейна.

Рис. 6. Источники сноса терригенных пород якушинской свиты на треугольной диаграмме М. Р. Бхатия и К. А. Крука [10] (Th-Co-Zr/10).

Поля: А — океаническая островная дуга; В — континентальная дуга; С — активная континентальная окраина; D — пассивная континентальная окраина

Fig. 6. Triangular diagram M. R. Bhatia (Th-Co-Zr / 10).

Fields: A — oceanic island arc; B — continental arc; C — active continental margin; D — passive continental margin

Выводы

Основываясь на полученных результатах, можно сделать следующие выводы.

Терригенные породы нижнеякушинской существенно карбонатной подсвиты по величине титанового модуля классифицируются как нормотитанистые нормосиаллиты (0.030—0.070), в то время, как породы терригенной верхнеякушинской подсвиты относятся к супертитанистым нормосиаллитам (0.071—0.100). На классификационных диаграммах Ф. Дж. Петтиджона и др. и М. М. Хирона фигуративные точки терригенных пород обеих подсвит якушинской свиты расположились преимущественно в поле граувак.

Геохимические данные свидетельствуют о том, что нижнеякушинская подсвита накапливалась в условиях относительно мелководного шельфового побережья при незначительном поступлении терригенной кластики; верхнеякушинская подсвита — в более глубоководных, неритовых условиях открытой окраины шельфа.

Источниками сноса при формировании пород якушинской свиты могли быть верхнерифейские островодужные комплексы — вулканы и габбро-диориты Витимкан-Ципинской зоны, слагающие выступы фундамента Багдаринского палеобассейна.

Авторы выражают признательность сотрудникам Центра коллективного пользования «Аналитический центр минералого-геохимических и изотопных исследований» ГИН СО РАН (г. Улан-Удэ).

Исследование выполнено в рамках государственного задания ГИН СО РАН по проекту IX.124.1.3 «Эволюция магматизма и седиментогенеза и ее связь с геодинамическим развитием каледонской и герцинской континентальной коры Центрально-Азиатского и Монголо-Охотского складчатых поясов», номер гос. рег. АААА-А17-117011650013-4, а также при финансовой поддержке РФФИ, грант № 18-05-00234.

Литература

1. Минина О. Р., Доронина Н. А., Некрасов Г. Е., Ветлужских Л. И., Ланцева В. С., Аристов В. А., Наугольных С. В., Куриленко А. В., Ходырева Е. В. Ранние герциниды Байкало-Витимской складчатой системы (Западное Забайкалье) // Геотектоника. 2016. № 3. С. 63—84.
2. Минина О. Р. Ранние герциниды Байкало-Витимской складчатой системы (состав, строение, геодинамическая эволюция) // Автореф. дис. ... док. геол.-минерал. наук. Иркутск, 2014. 36 с.
3. Осокин П. В. Новые данные о возрасте верхнепротерозойских отложений Чина-Амалатского междуречья Витимского плоскогорья // Геол.-производ. информ. БГУ. 1959. № 2. С. 36—41.
4. Руженцев С. В., Минина О. Р., Некрасов Г. Е., Аристов В. А., Голионко Б. Г., Доронина Н. А., Лыхин Д. А. Байкало-Витимская складчатая система: строение и геодинамическая эволюция // Геотектоника. 2012. № 2. С. 3—28.
5. Уилсон Дж. Л. Карбонатные фации в геологической истории: Пер. с англ. М.: Недра, 1980. 463 с.
6. Филимонов А. В., Минина О. Р. Витимский бассейн форланда девона-карбона (Западное Забайкалье) // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского складчатого пояса (от океана к континенту). Материалы научного совещания по программе фундаментальных исследований. 2007. Т. 2. С. 147—149.
7. Шелгачёв К. М., Шатковская Л. В., Курбатова Е. И., Минина О. Р., Хохлов Е. В. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Издание второе. Серия Баргузино-Витимская. Лист N-49-XVIII (Багдарин). Объяснительная записка. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2011. 146 с.
8. Юдович Я. Э., Кетрис М. П. Основы литохимии. СПб.: Наука, 2000. 479 с.
9. Bhatia M. R. Plate tectonics and geochemical composition of sandstones // J. Geol., 1983, v. 91, № 6, p. 611—627.
10. Bhatia M. R. Trace element characteristics of grauwackes and tectonic setting discrimination of sedimentary basins // Contrib. Mineral. Petrol. 1986. v. 92. p. 181—193.
11. Herron M. M. Geochemical classification of terrigenous sands and shales from core or log data // J. Sedim. Petrol. 1988. v. 67. p. 137—150.
12. Pettijohn F. J. Sand and Sandstones. New York: Springer-Verlag, 1972, 158 p.

References

1. Minina O. R., Doronina N. A., Nekrasov G. E., Vetluzhskikh L. I., Lantseva V. S., Aristov V. A., Nugolnykh S. V., Kurylenko A. V., Khodyreva E. V. *Rannie gercinidy Bajkalo-Vitimskoj skladchatoj sistemy (Zapadnoe Zabajkal'e)*. (Early Hercynides of the Baikal-Vitim Fold System (Western Transbaikalia)). Geotectonics, 2016, No. 3, pp. 63—84.
2. Minina O. R. *Rannie gercinidy Bajkalo-Vitimskoj skladchatoj sistemy (sostav, stroenie, geodinamicheskaya evolyuciya)*. (Early Hercynides of the Baikal-Vitim Folded System (composition, structure, geodynamic evolution)). Doctoral theses abstract. Irkutsk, 2014, 36 p.
3. Osokin P. V. *Novye dannye o vrazhte verhneproterozojskikh otlozhenij China-Amalatskogo mezhdurech'ya Vitimskogo ploskogor'ya*. (New data on the age of the Upper Proterozoic sediments of the Chin-Amalat interfluvium of the Vitim plateau). Geological production. Inform. BSU, 1959, No. 2, pp. 36—41.
4. Ruzhentsev S. V., Minina O. R., Nekrasov G. E., Aristov V. A., Golionko B. G., Doronina N. A., Lykhin D. A. *Bajkalo-*

Vitimskaya skladchataya sistema: stroenie i geodinamicheskaya evolyuciya. (Baikal-Vitim fold system: structure and geodynamic evolution). Geotectonics, 2012, No. 2, pp. 3–28.

5. Wilson J. L. Carbonate facies in geological history. Moscow: Nedra, 1980, 463 p.

6. Filimonov A. V., Minina O.R. *Vitimskij bassejn for landadevona-karbona (Zapadnoe Zabajkal'e).* (Vitim basin of the Devonian-Carboniferous foreland (Western Transbaikalia)). Geodynamic evolution of the lithosphere of the Central Asian folded belt (from the ocean to the continent). Materials of the scientific meeting on the basic research program, 2007, V. 2, pp. 147–149.

7. Shelgachev K. M., Shatkovskaya L. V., Skulyberdin A. A., Minina O. R., Kurbatova E.I. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossijskoj Federacii masshtaba 1:200 000. Izdanie vtoroe. Seriya Barguzino-Vitimskaya. List N-49-XII (Cipikan).* (State geological map of the Russian Federation on a scale of 1: 200

000. Second edition. Series Barguzino-Vitim. Sheet N-49-XII (Cypican). Explanatory note). St. Petersburg: Cartographic factory VSEGEI, 2011, 109 p.

8. Yudovich Ya. E., Ketris M. P. *Osnovy litohimii.* (Fundamentals of lithochemistry). St. Petersburg: Nauka, 2000, 479 p.

9. Bhatia M. R. Plate tectonics and geochemical composition of sandstones. J. Geol., 1983, V. 91, No. 6, p. 611–627.

10. Bhatia M. R. Trace element characteristics of grauwackes and tectonic setting discrimination of sedimentary basins. Contrib. Mineral.Petrol., 1986, V. 92, pp. 181–193.

11. Herron M. M. Geochemical classification of terrigenous sands and shales from core or log data. J. Sedim. Petrol., 1988, V. 67, pp. 137–150.

12. Pettijohn F. J. Sand and Sandstones. New York: Springer-Verlag, 1972, 158 p.

Поступила в редакцию / Received 13.03.2020