



Выпуск № 3, сентябрь 2017 г.

### **Проблемные исторические землетрясения Прибайкалья**

Чипизубов А.В.

**Аннотация.** Представлены макросейсмические данные по сильным историческим землетрясениям XVIII-XIX вв., которые не были известны широкому кругу специалистов и, соответственно, отсутствовали в каталогах землетрясений. Это касается событий 1715 (1716) г. в г. Нерчинск, 1727 г. в районе г. Киренск, 1809 г. на юге Прибайкалья и 1862 г. в районе м. Святой Нос. Приводится дополнительная информация по землетрясению 1771 г., которая существенно уточняет параметры этого сейсмического события. Также рассматриваются землетрясения 1725, 1742, 1772 и 1885 годов, интерпретация достоверных сведений по которым другими исследователями вызвала у автора большие сомнения.

Полный текст статьи доступен по ссылке: <https://link.springer.com/article/10.3103%2F50747923917020062>

### **Multiple mantle sources of continental magmatism: Insights from "high-Ti" picrites of Karoo and other large igneous provinces**

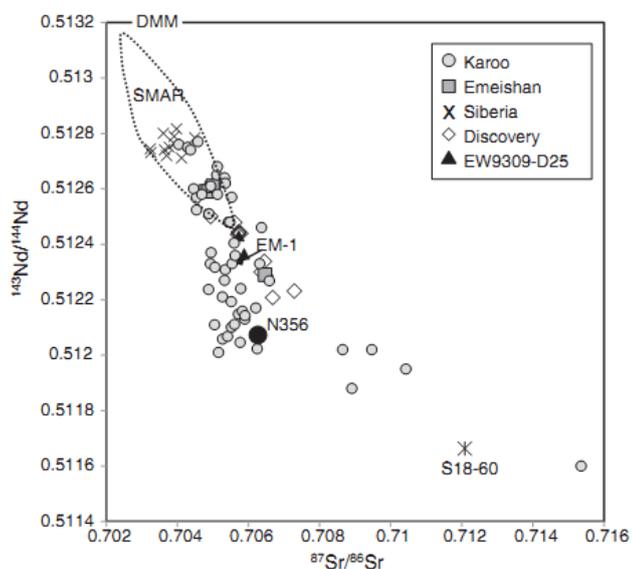
Kamenetsky V.S., Maas R., Kamenetsky M.B., Yaxley G.M., Ehrig K., Zellmer G.F., Bindeman I.N., Sobolev A.V., Kuzmin D.V., Ivanov A.V., Woodhead J., Schilling J.-G.

**Abstract.** Magmas forming large igneous provinces (LIP) on continents are generated by extensive melting in the deep crust and underlying mantle and associated with break-up of ancient supercontinents, followed by formation of a new basaltic crust in the mid-oceanic rifts. A lack of the unifying model in understanding the sources of LIP magmatism is justified by lithological and geochemical complexity of erupted magmas on local (e.g. a cross-section) and regional (a single and different LIP) scales. Moreover, the majority of LIP rocks do not fit general criteria for recognizing primary/primitive melts (i.e. < 8 wt% MgO and absence of high-Fo olivine phenocrysts). This study presents the mineralogical (olivine, Cr-spinel, orthopyroxene), geo-

chemical (trace elements and Sr-Nd-Hf-Pb isotopes) and olivine-hosted melt inclusion compositional characteristics of a single primitive (16 wt% MgO), high-Ti (2.5 wt% TiO<sub>2</sub>) picrite with high-Mg olivine (up to 91 mol% Fo) from the Letaba Formation in the ~ 180 Ma Karoo LIP (south Africa). The olivine compositions (unusually high  $\delta^{18}\text{O}$  (6.17‰), high NiO (0.36–0.56 wt%) and low MnO and CaO (0.12–0.20 and 0.12–0.22 wt%, respectively)) are used to argue for a non-peridotitic mantle source. This is supported by the enrichment of the rock and melts in most incompatible trace elements and depletion in heavy rare earth elements (e.g. high Gd/Yb) that reflects residual garnet in the source of melting. The radiogenic isotopes resemble those of the model enriched mantle (EM-1) and further argue for a long-term enrichment of the source in incompatible trace elements.

The enriched high-Ti compositions, strongly fractionated incompatible trace elements, presence of primitive olivine and high-Cr spinel in the Letaba picrites are closely matched by olivine-phyric rocks from the ~ 260 Ma Emeishan (Yongsheng area, SW China) and ~ 250 Ma Siberian (Maimecha-Kotuy region, N Siberia) LIPs. However, many other compositional parameters (e.g. trace element and  $\delta^{18}\text{O}$  compositions of olivine phenocrysts,  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$  in Cr-spinel, Sr-Nd-Hf isotope ratios) only partially overlap or even diverge. We thus imply that parental melts of enriched picritic rocks with forsteritic olivine from three major continental igneous provinces – Karoo, Emeishan and Siberia cannot be assigned to a common mantle source and similar melting conditions.

The Karoo picrites also exhibit some mineralogical and geochemical similarities with rocks and glasses in the south Atlantic Ridge and adjacent fracture zones. The geodynamic reconstructions of the continental plate motions since break-up of the Gondwanaland in the Jurassic support the current position of the source of the Karoo magmatism in the southernmost Atlantic. Co-occurrence of modern and recent anomalous rocks with normal mid-ocean ridge basalts in this region can be related to blocks/rafts of the ancient lithosphere, stranded in the ambient upper mantle and occasionally sampled by rifting-related decompressional melting.



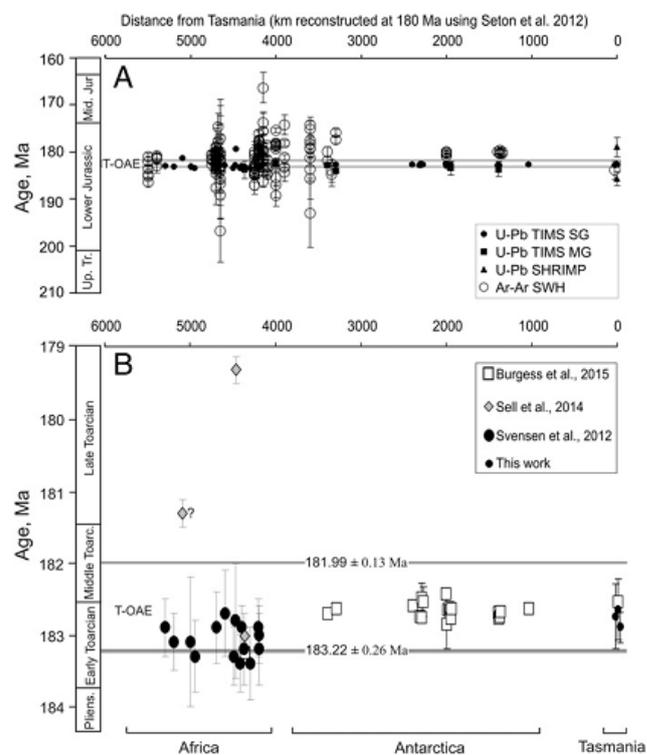
Полный текст статьи доступен по ссылке: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S009254116304491?via%3Dihub>

### **Timing and genesis of the Karoo-Ferrar large igneous province: New high precision U-Pb data for Tasmania confirm short duration of the major magmatic pulse**

Ivanov A.V., Meffre S., Thompson J., Corfu F., Kamenetsky V., Kamenetsky M.B., Demonerova E.I.

**Abstract.** The Karoo-Ferrar igneous province is one of the largest igneous provinces on Earth. It extends from South Africa, along the Trans-Antarctic Mountains to Tasmania and South Australia. Reconstruction of the continents back to the Gondwana configuration in the Early Jurassic reveals a total length of the Karoo-Ferrar province of > 5000 km. New isotope dilution thermal ionization mass spectrometry (ID-TIMS) single grain U-Pb ages for zircon and baddeleyite from Tasmanian dolerites combined with ID-TIMS literature single grain U-Pb ages from the Ferrar and Karoo suites are consistent with the major pulse of synchronous magmatism throughout the province lasting about 1 Ma or less for the major pulse of magmatism at the time of the Toarcian mass extinction event. We argue that the mechanism of synchronization of magmatism over such a short period of time along such a long distance is the major question which has to be answered in search of the correct model for the origin of the Karoo-Ferrar large igneous province. It cannot be reconciled with the lower mantle plume head model with the plume impingement beneath the Karoo. Plume material could not spread beneath the lithosphere at a rate of ~ 5–10 m/yr (5000 km per 0.5–1 Myr), at least based on the current knowledge of the mantle physical properties. It seems unlikely that the entire

Karoo-Ferrar large igneous province formed due to long distance magma migration through dykes from the same mantle plume irrespective on the proposed plume centre location. In such case, magma would have had to cross the boundaries (and thus weakness zones) between three future continents. In the framework of the dyke propagation model we would expect dykes to follow these weakness zones, not cross them. In addition to this, the Karoo and Ferrar contain geochemically different igneous rocks, which were not formed from the same magma source, preventing interpretations based on one single plume. Both the Karoo and Ferrar contain low-Ti tholeiites, which are similar by their trace element patterns to modern arc analogues – the Central Andes and Kamchatka, respectively. Thus, our preferred model for the origin of the Karoo-Ferrar large igneous province is associated with subduction of the Phoenix plate beneath the southern Gondwana. Probably, deep slab dehydration at the depth of the mantle transition zone modulated surface volcanism or the Toarcian tectonic event triggered voluminous but short-term melting of mantle, which was metasomatized by subduction-derived fluids.



Полный текст статьи доступен по ссылке: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S009254116305393?via%3Dihub>

## Геодинамическое моделирование рудоносных геологических структур (на примере района Стрельцовского урановорудного поля)

Петров В.А., Лексин А.Б., Погорелов В.В., Ребецкий Ю.Л., Саньков В.А., Ашурков С.В., Рассказов И.Ю.

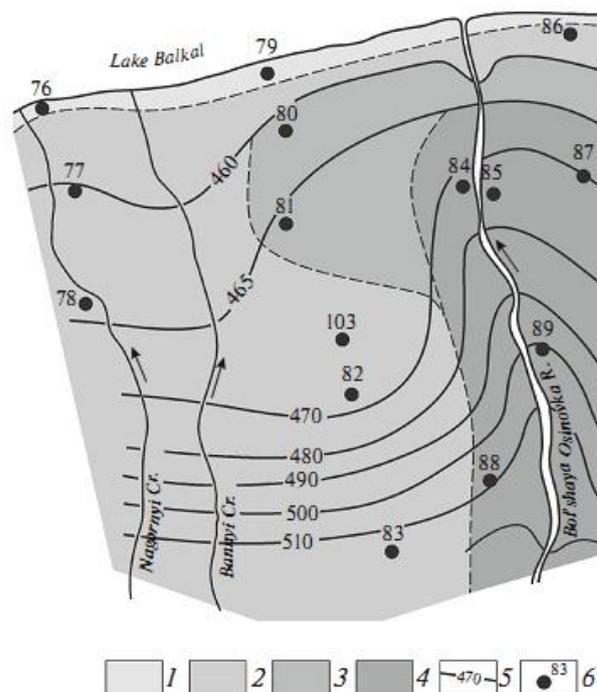
**Abstract.** Представлены материалы по разработке трехмерной интегрированной модели напряженно-деформированного состояния массивов пород в районе Стрельцовского урановорудного поля (СРП) в Юго-Восточном Забайкалье на основе данных о современных напряжениях (использованы методы геоструктурного и тектонофизического анализа) и сейсмотектонических деформациях поверхности (использованы методы анализа механизмов очагов землетрясений и GPS-геодезии) с выделением активных разломов. Сочетание результатов геоструктурных, геофизических, геотектонических и петрофизических исследований, а также впервые разработанных схем разломной тектоники, распространения сейсмодислокаций и распределения сейсмотектонических режимов (стресс-тензоров) позволило сформировать модели строения, свойств и реологических связей геологической среды, определить граничные условия для числового тектонофизического моделирования методом конечных элементов. Расчетные 2D- и 3D-модели напряженно-деформированного состояния массивов пород интегрированы в трехмерную ГИС, созданную на платформе ArcGis 10 с модулем ArcGIS 3D-Analyst. Результаты моделирования подтверждены наблюдениями *in situ* на региональном (активная с середины плиоцена до наших дней Кличкинская сейсмодислокация) и локальном (неоднородно напряженный массив горных пород урановорудного месторождения Антей) масштабных уровнях. Разработка и внедрение региональной геодинамической модели геологических структур позволяют проводить мероприятия по обеспечению безопасности горных работ в сложных геомеханических и удароопасных условиях на действующих и строящихся рудниках ПАО «ППГХО» на единой методической и геоинформационной платформе, а также использовать результаты моделирования для оценки флангов и глубоких горизонтов рудного поля на предмет выявления новых рудных скоплений.

Полный текст статьи доступен по ссылке: <https://link.springer.com/article/10.1134/S1075701517030047>

## Уязвимость подземных вод на Солзанском полигоне накопителей шлам-лигнина Байкальского целлюлозно-бумажного комбината

Шенькман Б.М.

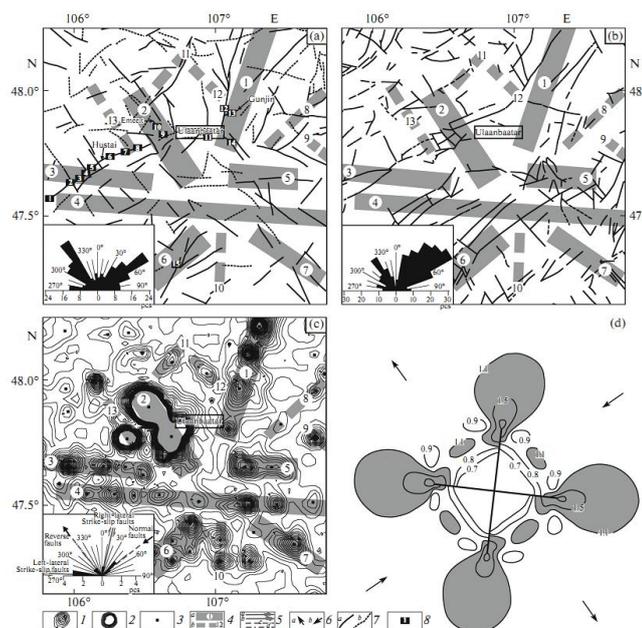
**Abstract.** Изложены результаты гидрогеологических изысканий, проведенных для обоснования технической рекультивации карт-накопителей шлам-лигнина методом намыва на него каменноугольной золы. Слой золы вызывает компрессионное уплотнение шлам-лигнина, приводящее к увеличению запаса герметичности карт. При массообмене между золой и шлам-лигнином происходит изменение гидрогеохимических условий: минерализация жидкой фазы техногенных грунтов возрастает до 8 раз, увеличивается содержание микрокомплекса до ураганных содержаний. Анализ качественного состояния подземных вод показал их неуязвимость со стороны накопителей. Умеренное отклонение от локального естественного фона обусловлено иными источниками загрязнения. Применяемая технология рекультивации эффективна и экологически безопасна, хотя и нуждается в модернизации. Предлагаемая ООО «ВЭБ-Инжиниринг» альтернативная технология - омоноличивание содержимого карт - крайне опасна, реализация проекта связана с большим экологическим риском вследствие возможной разгерметизации накопителей.



Полный текст статьи доступен по ссылке: <https://link.springer.com/article/10.1134/S0097807817030162>

**Разломные зоны и поле напряжений в земной коре Уланбаторского геодинамического полигона (Монголия) на современном этапе тектогенеза**  
 Семинский К.Ж., Дэмбэрэл С., Мунгунсурен Д.

**Abstract.** Проанализированы сейсмическая и эманационная активности разломных зон Уланбаторского геодинамического полигона для проведения в густонаселенном районе Монголии комплексных исследований опасных геологических процессов. Установлено, что на современном этапе тектогенеза деструкция земной коры в регионе осуществляется в поле сдвига, трансформированного из зоны Индо-Азиатской коллизии. При этом развивается сеть активных в сейсмическом и эманационном отношениях разломных зон, образующих 4 системы. Их пространственное расположение свидетельствует об узловом сочленении в окрестностях Уланбатора сравнительно крупных правых и левых сдвигов субмеридиональной и субширотной ориентировок; сдвиги не связаны с сетью древних разломов. Северо-западные и северо-восточные зоны, развиваясь в условиях сжатия и растяжения, напротив, наследуют дизъюнктивы новейшего возраста, располагающиеся в узловом сочленении у вершин двугранных углов. Полученные результаты имеют принципиальное значение для оценки сейсмической опасности столицы Монголии.

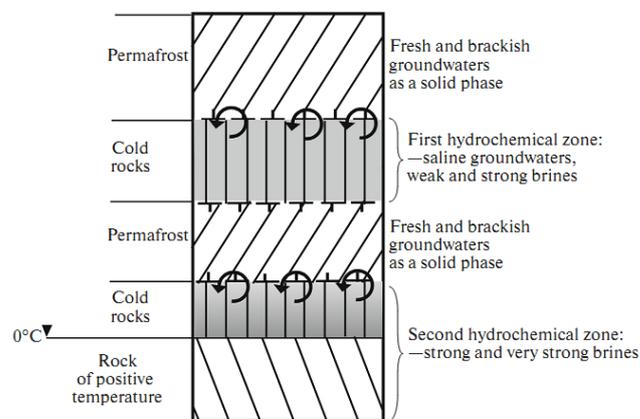


Полный текст статьи доступен по ссылке:  
<https://link.springer.com/article/10.1134/S1028334X17050257>

**Особенности геохимической эволюции хлоридных кальциевых рассолов Оленекского криоартезианского бассейна в позднем кайнозое**

Алексеев С.В., Алексеева Л.П., Шварцев С.Л., Трифонов Н.С., Сидкина Е.С.

**Abstract.** В статье обсуждается один из возможных механизмов формирования состава хлоридных высокоминерализованных подземных вод на основе результатов физико-химического моделирования равновесия в системе вода-порода. Установлено, что для крепких рассолов Оленекского криоартезианского бассейна, расположенного на северо-востоке Сибирской платформы, характерно недонасыщение относительно основных породообразующих минералов. Этот факт дает основание предполагать разбавление метаморфизованных седиментогенных рассолов метеорными водами на определенном этапе эволюции криолитозоны бассейна в позднем плейстоцене и голоцене.



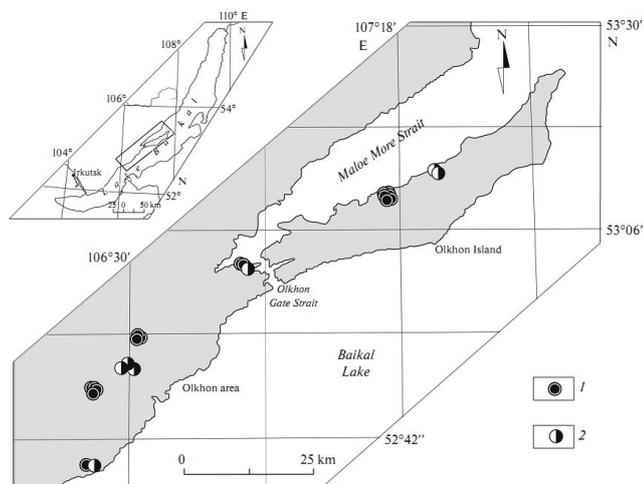
Полный текст статьи доступен по ссылке:  
<https://link.springer.com/article/10.1134/S0016702917050020>

**Геохимические особенности и флюидный режим формирования позднечетвертичных гейзеритов Приольхонья и о. Ольхон (Байкальская рифтовая зона)**

Великoslavинский С.Д., Котов А.Б., Скляров Е.В., Сквитина Т.М., Толмачева Е.В., Склярова О.А., Прокопов Н.С.

**Abstract.** По химическому составу позднечетвертичные гейзериты Приольхонья и о. Ольхон относятся к двум группам – железисто-кремнеземистым, карбонатно-кремнеземистым и обычно характеризуются низкими содержаниями редких элементов. В некоторых случаях гейзери-

ты обогащены Fe, Mn, Cr, Sb, As, Y. Главные компоненты газовой фазы гейзеритов независимо от их химического состава - H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>. Исходными для гейзеритов послужили насыщенные кремнеземом и обогащённые углекислым газом и углеводородами, а также некоторыми рудными компонентами водные растворы (флюиды), температура которых была не ниже 400 °С.

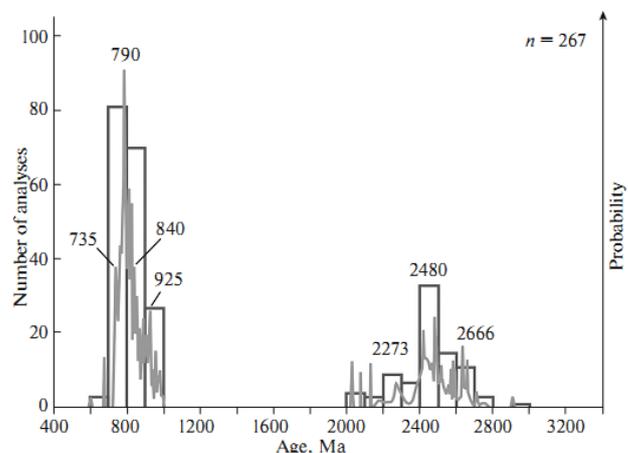


Полный текст статьи доступен по ссылке: <https://link.springer.com/article/10.1134/S1028334X17060083>

### Основные этапы тектоно-магматической активности Тувино-Монгольского микроконтинента в докембрии: данные U-Pb-датирования цирконов

Летникова Е.Ф., Школьник С.И., Летников Ф.А., Караковский Е.А., Костицын Б.А., Вишневская И.А., Резницкий Л.З., Иванов А.В., Прошенкин А.И.

**Abstract.** Проведено U-Pb-датирование методом LA-ICP-MS цирконов вендских песчаников чехла Тувино-Монгольского микроконтинента и пород его раннедокембрийского фундамента (Гарганская глыба). Установлены основные этапы тектоно-магматической активности в пределах этого блока-неоархейский, палеопротерозойский (не моложе 2 млрд лет), неопротерозойский. Сопоставление данных цирконометрии вендских терригенных отложений Тувино-Монгольского микроконтинента и песчаников типовых разрезов вендского шельфа Сибирской платформы однозначно указывает на их накопление вне связи друг с другом.



Полный текст статьи доступен по ссылке: <https://link.springer.com/article/10.1134/S1028334X17060113>

### Crystal-chemical relations and classification problems in tourmalines belonging to the oxy-schorl–oxy-dravite–bosiite–povondraite series

Bosi F., Cámara F., Ciriotti M.E., Hålenius U., Reznitskii L., Stagno V.

**Abstract.** Two oxy-tourmalines showing intermediate compositions between the oxy-schorl and oxy-dravite series (sample from Sludyanka crystalline complex, Baikal, Russia) and the oxy-dravite and bosiite series (sample from the Valletta mine, Piedmont, Italy) were structurally and chemically characterized by single-crystal X-ray diffraction, electron microprobe analysis, optical absorption and Synchrotron Mössbauer source spectroscopy. A comparative analysis of the results, along with data from literature on additional samples corresponding to the species oxy-schorl, oxy-dravite, bosiite and povondraite, show that the main structural variations within the Fe-bearing, Na-dominant oxy-tourmalines are related to variations in the content of Fe, which is incorporated into the structure *via* substitution mechanisms that involves Al. The results also show the occurrence of a complete substitution series from oxy-schorl *via* oxy-dravite and bosiite to povondraite, but no (or a limited) direct substitution series between oxy-schorl and bosiite (or povondraite). The substitution of Al by larger cations causes changes in  $\langle Y-O \rangle$  and  $\langle Z-O \rangle$  distances as well as in the unit-cell parameters. The effect of  $\langle Y-O \rangle$  on the  $a$ -parameter is evident in the oxy-schorl–oxy-dravite series, but it is of marginal significance in the oxy-dravite–bosiite–povondraite series. On the other hand, a good correlation exists between  $\langle Z-O \rangle$  and the  $a$ -parameter only in the oxy-dravite–bosiite–povondraite series. The  $c$ -parameter is strongly correlated with along the entire substitution series. Classification problems related to the naming of Fe-bearing, Na-dominant oxy-

tourmalines are discussed. Application of the nomenclature rules in force resulted in ambiguous naming of the studied samples. This makes, for example, direct comparisons of physical and chemical properties of tourmalines originating from different deposits difficult.

Полный текст статьи доступен по ссылке: <http://www.ingentaconnect.com/content/schweiz/ejm/2017/00000029/00000003/art00008;jsessionid=5ip4s8araaio9.x-ic-live-03> (платно)

### **Crystal chemistry of Al–V–Cr oxy-tourmalines from Sludyanka complex, Lake Baikal, Russia**

Bosi F., [Reznitskii L.](#), [Hålenius U.](#), [Skogby H.](#)

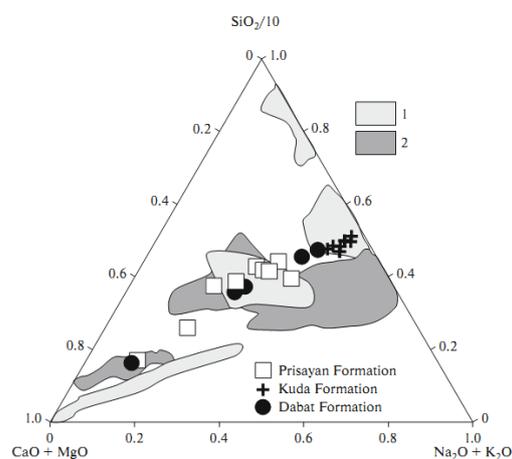
**Abstract.** Twelve Al–V–Cr oxy-tourmalines from the Sludyanka crystalline complex (Russia) were structurally and chemically characterized by single-crystal X-ray diffraction and electron microprobe analysis. Three samples were also optically characterized by optical absorption spectroscopy and refractive index measurements. The data obtained and those of fourteen earlier studied oxy-tourmalines from the same locality show a complete substitution series due to the replacement of  $\text{Al} \leftrightarrow \text{V}^{3+} \leftrightarrow \text{Cr}^{3+}$ . The cation site distribution results show that Mg has a strong preference for the Z site, whereas the trivalent cations have a preference for Y and Z controlled by their size:  ${}^Y\text{V}^{3+} > {}^Y\text{Cr} > {}^Y\text{Al}$  and  ${}^Z\text{Al} > {}^Z\text{Cr} > {}^Z\text{V}^{3+}$ . In accordance with the bond-valence theory, the observed increase of F content with increasing Cr content may be interpreted by the occurrence of the local arrangements  ${}^{01}(\text{F})-{}^Y(\text{CrCrCr})$  and  ${}^Z[\text{Cr}(\text{Cr}, \text{Mg})]-{}^{03}(\text{O}^2)-{}^Y(\text{Cr})$ , while the incorporation of  $\text{V}^{3+}$  into the oxy-tourmaline structure is controlled by the local arrangement  ${}^{01}(\text{O}^2)-{}^Y(\text{VVV})$ . The unit-cell parameters ( $a$  and  $c$ ) are strictly correlated to each other and can be expressed by a quadratic relation dependent on the mean-bond distances  $\langle \text{Z}-\text{O} \rangle$  and  $\langle \text{X}-\text{O} \rangle$ . A strong positive correlation between  $(\text{V} + \text{Cr})$  content and mean refractive index is proposed as a reliable guide to derive the composition of Al–V–Cr oxy-tourmalines from refractive-index measurements.

Полный текст статьи доступен по ссылке: <http://www.ingentaconnect.com/content/schweiz/ejm/2017/00000029/00000003/art00009> (платно)

### **Смена источников сноса Иркутского угольного бассейна в течение ранней и средней юры по геохимическим и Sm-Nd изотопным данным**

[Михеева Е.А.](#), [Демонтерова Е.И.](#), [Фролов А.О.](#), [Аржанникова А.В.](#), [Аржанников С.Г.](#), [Черкашина Т.Ю.](#), [Иванов А.В.](#)

**Abstract.** Согласно современной хроностратиграфической шкале, юрское осадконакопление в Иркутском угольном бассейне происходило в очень короткий промежуток времени - не более 23 млн лет, от плинсбаха (~191 млн лет назад) до аалена (~170 млн лет назад). Рассмотрены геохимические и Sm-Nd изотопные данные по осадочным породам присаянской и кудинской свит, а также разреза в истоках р. Ангара, формирование которых, согласно новым биостратиграфическим исследованиям, произошло в еще более коротком промежутке времени (от ~174 до 170 млн лет назад). Комплекс полученных данных показывает, что при накоплении осадочного материала в Иркутском угольном бассейне увеличилась доля Забайкальского источника сноса по сравнению с источником сноса Сибирской платформы, что указывает на рост гор в Забайкалье и реорганизацию речной сети в средней юре.

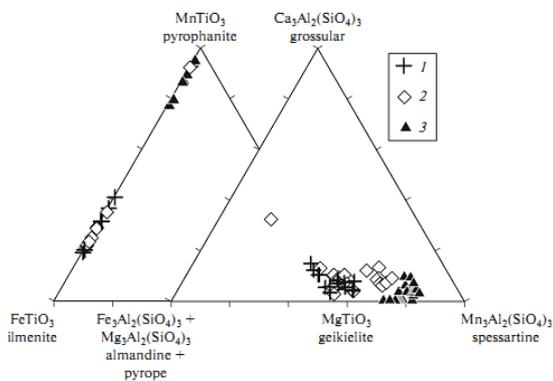


Полный текст статьи доступен по ссылке: <https://link.springer.com/article/10.1134/S0869593817030054>

### **Вендский марганценовый бассейн Икатского террейна: обстановки формирования и источники сноса**

[Школьник С.И.](#), [Летникова Е.Ф.](#), [Маслов А.В.](#), [Буянтуев М.Д.](#), [Резницкий Л.З.](#), [Бараш И.Г.](#)

**Abstract.** Приведены результаты геохимических, минералогических, изотопных U-Pb-, Sm-Nd-исследований метаосадочных марганценовых пород итанцинской свиты Икатского террейна. Установлено, что формирование карбонатно-эффузивно-сланцевого комплекса свиты происходило в окраинно-континентальной обстановке при синхронной осадкообразованию вулканической деятельности в интервале 650-540 млн лет.



Полный текст статьи доступен по ссылке: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1134%2FS1028334X1707008X.pdf>

### **Новые данные о возрасте континентальной коры западной части Алданского щита: результаты изотопно-геохимических Sm-Nd-исследований кайнозойских песчаных отложений Чарской и Токкинской впадин**

Котов А.Б., Сковитина Т.М., Ковач В.П., Великославинский С.Д., Лопатин Д.В., Скляр Е.В., Толмачева Е.В., Бобровская О.В.

**Abstract.** На основе изотопной Sm-Nd-систематики кайнозойских песчаных отложений Чарской, Токкинской впадин восточного фланга Байкальской рифтовой зоны показано, что Чаро-Олекминский геоблок Алданского щита - область интенсивного проявления корообразующих процессов не только палеоархейского, но и мезоархейского возрастов.

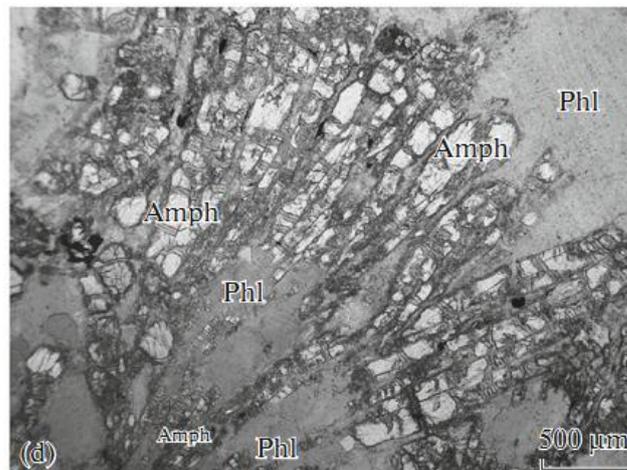
Полный текст статьи доступен по ссылке: <https://link.springer.com/article/10.1134/S1028334X17070224>

### **Флогопитовые и флогопит-амфиболовые парагенезисы в литосферной мантии Биректинского террейна Сибирского кратона**

Соловьева Л.В., Калашникова Т.В., Костровицкий С.И., Иванов А.В., Мацюк С.С., Суворова Л.Ф.

**Abstract.** Изучены составы ксенолитов с мантийной флогопитовой и флогопит-амфиболовой минерализацией в кимберлитах Куойкского поля, развитых в двух сериях пород: магнезиальной пироксенит-перидотитовой и флогопит-ильменитовых гипербазитов с железистым типом пород. Определения  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -возраста флогопита (1600-1800 млн лет), данные по изотопии Re-Os и кислорода в породах и минералах первой серии позволяют предположить, что Phl-Amph-

метасоматизм литосферной мантии Биректинского блока и его аккреция к Сибирскому кратону происходили в зоне субдукции. Вторая серия комагматична поверхностным калиевым ультрамафитам и мафитам на Сибирской платформе. Возрасты Phl (870-850 млн лет) из Phl-Ilm-гипербазитов соответствуют началу распада суперконтинента Родиния и близки древним датировкам щелочного ультраосновного-карбонатитового Томторского массива. Phl из ксенолитов с субсолидусной гранатизацией показывает существенно меньшие значения возраста (500-600 млн лет).



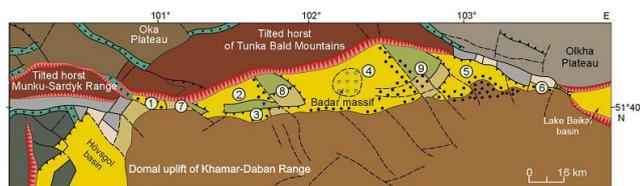
Полный текст статьи доступен по ссылке: <https://link.springer.com/article/10.1134/S1028334X17070273>

### **Инверсионная морфотектоника во впадинах Тункинского рифта (Юго-Западное Прибайкалье)**

Щетников А.А.

**Abstract.** Направленный процесс развития впадин Тункинского рифта осложняется инверсионными преобразованиями. На фоне общих погружений блоков докайнозойского фундамента в грабенах наблюдаются локальные воздымания, сопровождаемые деформациями осадочного чехла впадин и выраженные в рельефе инверсионными морфоструктурами. Выделяются два типа морфотектонических инверсий: 1) инверсии как часть процесса рифтогенеза, когда структурные элементы испытывают смену знака перемещений, и эта особенность их развития входит в общий механизм рифтогенеза; 2) инверсии как осложнение процесса рифтогенеза (или его нарушение), обусловленное наложением на рифтогенез гобийского типа горообразования. Инверсии как смена внутриконтинентального рифтогенеза другим геодинамическим режимом в морфоструктурных элементах Тункинского рифта не фиксируются.

Наличие погребенных эрозионных врезов в днище рифта свидетельствует о том, что на дифференцированные (орогенические) перемещения здесь накладываются колебательные (обратимые по знаку) вертикальные движения, при которых волны воздыманий сопровождаются эрозионными врезами, а опусканий - заполнением их аллювиальными отложениями. Последняя фаза инверсионных воздыманий охватила Тункинский рифт во второй половине позднего плейстоцена-голоцене. Амплитуда инверсионных воздыманий в днище Тункинского рифта составляет от первых десятков до первых сотен метров. Наиболее интенсивные воздымания наблюдаются в Торской впадине рифта, где бассейновые отложения возрастом до 55 000 лет приподняты на относительно высоту более 300 м. В целом в молодых инверсионных преобразованиях участвует 40 % (872 км<sup>2</sup> из 2240 км<sup>2</sup>) площади Тункинского седиментационного бассейна. 49 % площади инверсионных поднятий - почти 450 км<sup>2</sup>, или 20 % от общей площади днища рифта, обеспечено проявлением гобийского механизма горообразования. Практически повсеместно фиксируемый в разрезах осадочного выполнения краевых частей Тункинских впадин стратиграфический перерыв между неогеновыми и позднечетвертичными накоплениями указывает на существование длительного этапа развития рифта, в период которого площадь седиментогенеза в нем сокращалась, восстановившись в прежних своих контурах лишь в начале позднего плейстоцена.



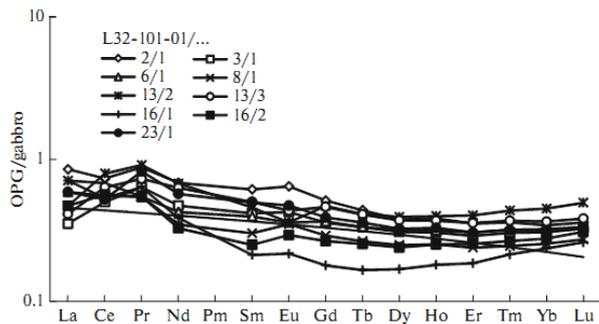
Полный текст статьи доступен по ссылке: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1068797117301177>

### ***Морфология и элементы-примеси циркона из океанической литосферы осевой зоны Срединно-Атлантического хребта (6°-13° с.ш.): свидетельства особенностей магматической кристаллизации и постмагматических преобразований***

Аранович Л.Я., Бортников Н.С., Зингер Т.Ф., Борисовский С.Е., Матреничев В.А., Перцев А.Н., Шарков Е.В., Сколотнев С.Г.

**Abstract.** Проведено детальное исследование морфологических особенностей, внутренней структуры (като-долюминесценция, CL) и состава более 400 зерен циркона, выделенных из габброидов и плагиогранитов (ОПГ) осевой зоны Срединно-Атлантического хребта (САХ). Анализ цирконов на содержание редкоземельных элементов (REE) проводился с помощью метода LA-ICP-MS, а содержания Hf, U, Th, Y и P определялись методом PCMA. Установлено, что кристаллизация магматического циркона в габброидах не являлась одномоментной, но происходила на фоне дифференциации материнских расплавов, о чем свидетельствует закономерное увеличение содержания Hf к краям зерен, часто сопровождаемое возрастанием концентраций (U+Th) и (Y+P). Эти тенденции, но гораздо менее отчетливо, проявлены и в магматических цирконах ОПГ. Цирконы ОПГ обеднены REE по сравнению с наименее измененными магматическими цирконами габбро, что обусловлено образованием ОПГ в результате частичного плавления габбро при участии концентрированного водно-солевого флюида - деривата морской воды, а также совместной кристаллизацией циркона и апатита. Темные в CL сектора, присутствующие практически во всех исследованных зернах циркона из ОПГ, характеризуются отношением Y/P (ат. кол.) @ 1. Их образование связано с вхождением в структуру циркона гидроксил-иона, что указывает на присутствие воды в материнских расплавах ОПГ. Высокотемпературные гидротермальные процессы приводят к частичной или полной перекристаллизации циркона в результате растворения - переотложения, сопряженного с пластическими и хрупкими деформациями вмещающих пород. В зависимости от интенсивности процесса, а также от конкретных значений pH и активности кремнезема во флюиде, морфология зерен циркона меняется от слабо корродированных гипидиоморфных кристаллов с характерной червеобразной структурой поверхности до полностью преобразованных зерен с колломорфной структурой. В геохимическом плане ранние гидротермальные преобразования циркона характеризуются повышением содержания в нем La и других LREE за исключением Ce, содержание которого, напротив, снижается по сравнению с неизменными магматическими разностями. Заметно редуцированная цериевая аномалия, а также характерное для этих цирконов присутствие в преобразованных участках микровключений ксенотима, оксидов или силикатов урана и тория и (иногда) бадделеита свидетельствуют о восстановительном характере и высокой щелочности гидротермального флюида. Эти особенности приобретаются флюидом - дериватом морской воды при цирку-

ляции вблизи осевой зоны САХ в результате фазовой сепарации в системе H<sub>2</sub>O-NaCl и, главным образом, вследствие взаимодействия с абиссальными перидотитами внутренних океанических комплексов. Проведенные исследования показывают, что циркон является чутким индикатором происходящих в нижней океанической коре тектонических и физико-химических процессов.

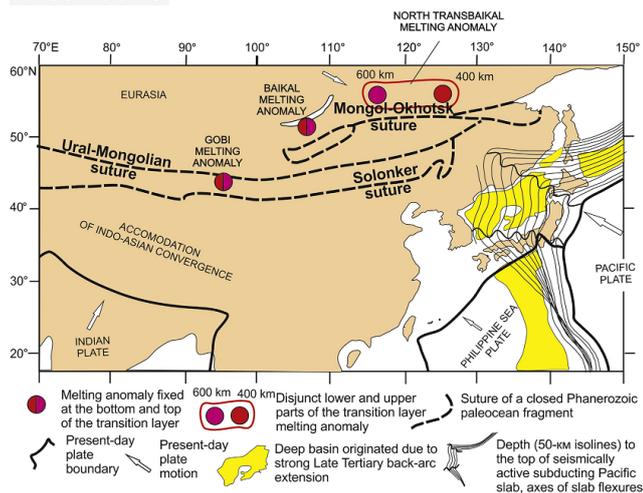


Полный текст статьи доступен по ссылке: <https://link.springer.com/article/10.1134/S0869591117040026>

### ***The latest geodynamics in Asia: Synthesis of data on volcanic evolution, lithosphere motion, and mantle velocities in the Baikal-Mongolian region***

Rasskazov S., Chuvashova I.

**Abstract.** From a synthesis of data on volcanic evolution, movement of the lithosphere, and mantle velocities in the Baikal-Mongolian region, we propose a comprehensive model for deep dynamics of Asia that assumes an important role of the Gobi, Baikal, and North Transbaikalian transition-layer melting anomalies. This layer was distorted by lower-mantle fluxes at the beginning of the latest geodynamic stage (i.e. in the early late Cretaceous) due to avalanches of slab material that were stagnated beneath the closed fragments of the Solonker, Ural-Mongolian paleoceans and Mongol-Okhotsk Gulf of Paleo-Pacific.



At the latest geodynamic stage, Asia was involved in east-southeast movement, and the Pacific plate moved in the opposite direction with subduction under Asia. The weakened upper mantle region of the Gobi melting anomaly provided a counterflow connected with rollback in the Japan Sea area. These dynamics resulted in the formation of the Honshu-Korea flexure of the Pacific slab. A similar weakened upper mantle region of the North Transbaikalian melting anomaly was associated with the formation of the Hokkaido-Amur flexure of the Pacific slab, formed due to progressive pull-down of the slab material into the transition layer in the direction of the Pacific plate and Asia convergence. The early-middle Miocene structural reorganization of the mantle processes in Asia resulted in the development of upper mantle low-velocity domains associated with the development of rifts and orogens. We propose that extension at the Baikal Rift was caused by deviator flowing mantle material, initiated under the moving lithosphere in the Baikal melting anomaly. Contraction at the Hangay orogen was created by facilitation of the tectonic stress transfer from the Indo-Asian interaction zone due to the low-viscosity mantle in the Gobi melting anomaly.

Полный текст статьи доступен по ссылке: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674987116300652?via%3Dihub>

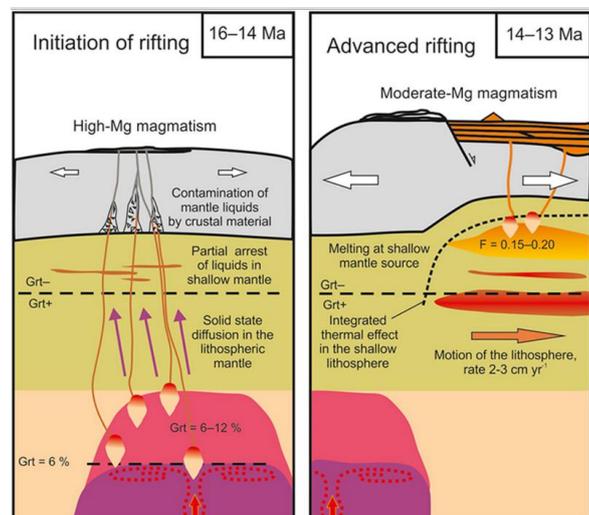
### ***Mid-Miocene thermal impact on the lithosphere by sub-lithospheric convective mantle material: Transition from high- to moderate-Mg magmatism beneath Vitim Plateau, Siberia***

Chuvashova I., Rasskazov S., Yasnygina T.

**Abstract.** High-Mg lavas are characteristic of the mid-Miocene volcanism in Inner Asia. In the Vitim Plateau, small volume high-Mg volcanics erupted at 16–14 Ma, and were followed with voluminous moderate-Mg lavas at 14–13 Ma. In the former unit, we have recorded a sequence of (1) initial basaltic melts, contaminated by crustal material, (2) uncontaminated high-Mg basanites and basalts of transitional (K–Na–K) compositions, and (3) picobasalts and basalts of K series; in the latter unit a sequence of (1) initial basalts and basaltic andesites of transitional (Na–K–Na) compositions and (2) basalts and trachybasalts of K–Na series.

From pressure estimation, we infer that the high-Mg melts were derived from the sub-lithospheric mantle as deep as 150 km, unlike the moderate-Mg melts that were produced at the shallow mantle. The 14–13 Ma rock sequence shows that initial melts equilibrated in a garnet-free mantle source with subsequently reduced degree of melting garnet-bearing

material. No melting of relatively depleted lithospheric material, evidenced by mantle xenoliths, was involved in melting, however. We suggest that the studied transition from high- to moderate-Mg magmatism was due to the mid-Miocene thermal impact on the lithosphere by hot sub-lithospheric mantle material from the Transbaikalian low-velocity (melting) domain that had a potential temperature as high as 1510 °C. This thermal impact triggered rifting in the lithosphere of the Baikal Rift Zone.



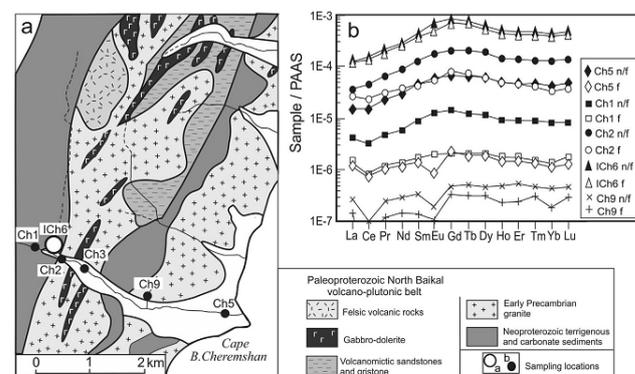
Полный текст статьи доступен по ссылке: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674987116300585?via%3Dihub>

## Rare earth elements in tributaries of Lake Baikal (Siberia, Russia)

Sklyarova O.A., Sklyarov E.V., Och L., Pastukhov M.V., Zagorulko N.A.

**Abstract.** REE dissolved in waters from sixty five sampled tributaries of Lake Baikal show diversity in abundances ( $\sum\text{REE} = 0.02\text{--}2.16 \mu\text{g/L}$ ) and distribution patterns ( $[\text{La}/\text{Yb}]_N = 0.20\text{--}5.58$ ;  $[\text{La}/\text{Tb}]_N = 0.30\text{--}2.59$ ). Total REE contents vary seasonally and yearly, while REE patterns remain generally similar. The REE patterns in stream waters correlate with those in the drained rocks and hence, seem to be predominantly controlled by watershed lithology. Rivers having small watersheds around Lake Baikal belong to six lithological provinces with different stream-water REE patterns: the Olkha plateau and the ranges of Primorsky, Baikalsky, Barguzin, Ulan-Burgassy, and Khamar-Daban. The Khamar-Daban province, in turn, is lithologically heterogeneous and comprises four subprovinces with different respective patterns of dissolved REE. Rock-water interaction in subsurface aquifers that feed the Baikal inlets provides much stronger lithological control of REE than the weak interaction of short and rapid streams with rocks on the surface. REE fractionation in stream waters

show negative Ce anomalies in almost all samples ( $\text{Ce}_{\text{anom}} = 0.12\text{--}0.97$ ), except for those of large rivers (Selenga, Turka, Barguzin, Upper Angara, and Kichera). The reason is that the great length, relatively slow current, and the presence of streambed fine alluvium make the water chemistry more uniform and the REE patterns less dependent on local variations in watershed lithology. The sampled tributaries represent a range of physico-chemical and geomorphological conditions which can be used as reference for calibrations in future studies of sediment sources and, possibly, as a valuable tool for mineral exploration.



Полный текст статьи доступен по ссылке: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674987116300652?via%3Dihub>

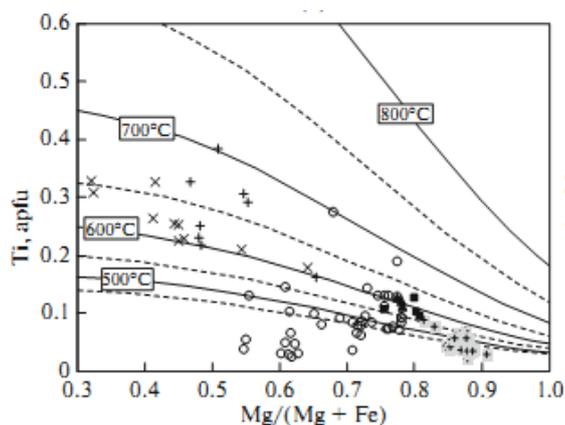
## Метасоматиты Онгуренского карбонатитового комплекса (Западное Прибайкалье): геохимия и состав акцессорных минералов

Савельева В.Б., Базарова Е.П., Шарыгин В.В., Карманов Н.С., Канакин С.В.

**Abstract.** Рассмотрены минеральный состав и геохимия метасоматитов, ассоциирующих с кальцитовыми и доломит-анкеритовыми карбонатами Онгуренского дайково-жильного комплекса в Западном Прибайкалье. Метасоматические процессы во вмещающих карбонатиты породах раннепротеро-зойского метаморфического комплекса и синметаморфических гранитах представлены микроклинизацией и рибекитизацией, имеющими площадное распространение; в экзоконтактных зонах жил доломит-анкеритовых карбонатитов появляются карбонаты, флогопит, апатит и эгирин, а на локальных участках вблизи жил проявлена силификация.

Микроклинизация сопровождалась возрастанием в алюмосиликатных породах содержания K, Fe<sup>3+</sup>, Ti, Nb (до 460 г/т), Th, Cu, REE; в тыловой зоне колонки рибекитизации происходило накопление Na, Ti, Fe<sup>3+</sup>, Mg, Nb (до 1500 г/т), Zr (до 2800 г/т), Ta, Th, Hf, REE. Для апатит-флогопит-рибекитовых

приконтактовых метасоматитов характерны высокие содержания LnQ, (до 11200 г/т), U (23 г/т), Sr (до 7000 г/т), Li (до 400 г/т), Zn (до 600 г/т), Th (до 700 г/т), силифицированные породы содержат до 2000 г/т Th, до 20 г/т U, до 13 000 г/т Ln<sub>Сe</sub>, до 5000 г/т Ва. Концентраторами Nb в щелочных метасоматитах являются ильменит (содержание Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в минерале до 2 мас. %) и более поздний по отношению к нему рутил (содержание Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> до 7 мас. %); в микроклиновых метасоматитах, кроме того, присутствует ферроколумбит, в рибекитовых метасоматитах эшинит-(Ce). Концентраторами REE в щелочных метасоматитах являются фторапатит, содержащий до 2.7 мас. % (Ln<sub>Ce</sub>)<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, монацит-(Ce), церит-(Ce), ферриалланит-(Ce), эшинит-(Ce); для силифицированных пород характерны бастнезит-(Ce), минералы группы рабдофана, ксенотим-(Y); концентраторы Th представлены торитом, монацитом-(Ce), минералами группы рабдофана.



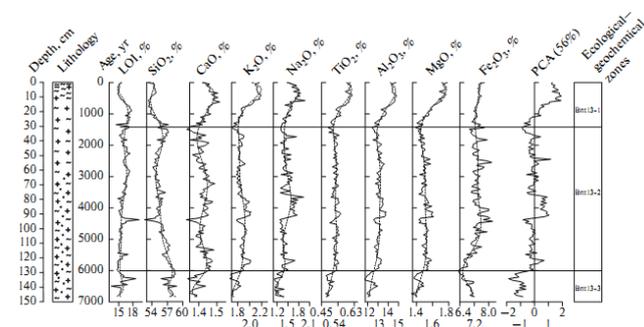
Полный текст статьи доступен по ссылке: <https://link.springer.com/article/10.1134/S1075701517040055>

### **Изменение природной среды северо-востока Республики Бурятия в пост-оптимальный период голоцена: первые результаты**

Безрукова Е.В., Амосова А.А., Чубаров В.М., Финкельштейн А.Л., Кулагина Н.В.

**Abstract.** Результаты геохимического и палинологического анализа высокого временного разрешения донных отложения оз. Баунт (55°11'15" с. ш. и 113°01'45" в. д.), расположенного в зоне сплошной многолетней мерзлоты, позволили впервые реконструировать изменения природной среды и климата севера Бурятии в пост-оптимальное время голоцена. На протяжении последних ~7000 лет природно-климатические условия северо-востока Республики Бурятия не оставались однородными. Относительно теплый

и сухой климат здесь имел место в конце оптимального периода голоцена около 6900-6000 лет назад (л. н.) Позднее, около 6000-1500/1000 л. н. произошло похолодание, активизация многолетней мерзлоты, затухание химического выветривания. Климат последних 1500-1000 лет оказался в целом холоднее современного. Полученные индексы природной среды имеют разные значения в осадках относительно теплых и холодных интервалов и отражают условия седиментации, которые контролировались климатическими изменениями.



Полный текст статьи доступен по ссылке: <https://link.springer.com/article/10.1134/S1995425517040011>

### **Early to Middle Jurassic history of the southern Siberian continent (Transbaikalia) recorded in sediments of the Siberian Craton: Sm-Nd and U-Pb provenance study**

Demonterova E.I., Ivanov A.V., Mikheeva E.M., Arzhannikova A.V., Frolov A.O., Arzannikov S.G., Bryanskiy N.V., Pavlova L.A.

**Abstract.** The deposition of Jurassic continental sedimentary rocks in the southern part of the Siberian continent (Transbaikalia) reflects the intensification of tectonomagmatic processes in this region. The most likely cause of this intensification was associated with the formation and development of the Mongol-Okhotsk orogenic belt. The latter was controlled in its turn by the closure of the Mongol-Okhotsk Ocean, for which the timing of its closure, as well as the formation of a collisional orogeny and its subsequent collapse are still under debate. We address this question by studying sediments of the Irkutsk Basin, which were deposited in a short time span in the Middle Jurassic, most likely during the Aalenian. The Sm-Nd data for bulk-rock sandstones demonstrate that the youngest samples of the Irkutsk Basin are characterized by a prominent contribution from a source within the juvenile crust of the Mongol-Okhotsk orogenic belt. U-Pb detrital zircon ages concur with the Sm-Nd data and show that the amount of material derived from local cratonic sources de-

creased in time whereas material from the remote Transbaikalian sources increased. Our data provide evidence that mountain growth in Transbaikalia intensified rapidly close to the Early and Middle Jurassic boundary.

Полный текст статьи доступен по ссылке: <https://www.bsgf.fr/articles/bsgf/abs/2017/01/bsgf2017188-9/bsgf2017188-9.html> (платно)

### ***Late Jurassic - Early Cretaceous paleoenvironmental evolution of the Transbaikal basins (SE Siberia): implications for the Mongol-Okhotsk orogeny***

Jolivet M., Arzhannikova A., Frolov A., Arzhannikov S., Kulagina N., Akulova V., Vassallo R.

**Abstract.** The Late Jurassic - Early Cretaceous tectonic evolution of SE Siberia was marked by the closure of the Mongol-Okhotsk ocean. While this geodynamic event led to compressive deformation and denudation in a wide area encompassing the North-Altay, Sayan and Baikal Patom ranges, it was contemporaneous to widespread extension from the Transbaikal region situated immediately north of the suture zone to the Pacific plate, affecting eastern Mongolia and northeastern China. In this study we review the paleontological and sedimentological data available in the Russian literature and provide new macrofloral and palynological data from the Mesozoic sediments of three Transbaikal basins. These data are

used to describe the paleoenvironmental and paleoclimatic evolution of the Transbaikal area in order to assess the topographic evolution of the region in relation with the closure of the Mongol-Okhotsk ocean. We establish that the Transbaikal basins evolved in a continuously extensional tectonic setting from at least the Early-Middle Jurassic to the Early Cretaceous. The associated sedimentary environments are characterized by retrogradation from alluvial fan–braided river dominated systems prevailing during the Early to Middle Jurassic initial opening of the basins to meandering river– lacustrine systems that developed during the Late Jurassic - Early Cretaceous interval. No evidence of high relief topography was found and we conclude that, while compression and denudation occurred in the North Altai, Sayan and Patom ranges, in the Transbaikal region, the docking of the Mongolia-North China continent to Siberia was a “soft collision” event, possibly involving a major strike-slip displacement that did not lead to an orogenic event implying strong compressive deformation, crustal thickening and topography building.

Полный текст статьи доступен по ссылке: <https://www.bsgf.fr/articles/bsgf/abs/2017/01/bsgf2017188-10/bsgf2017188-10.html> (платно)