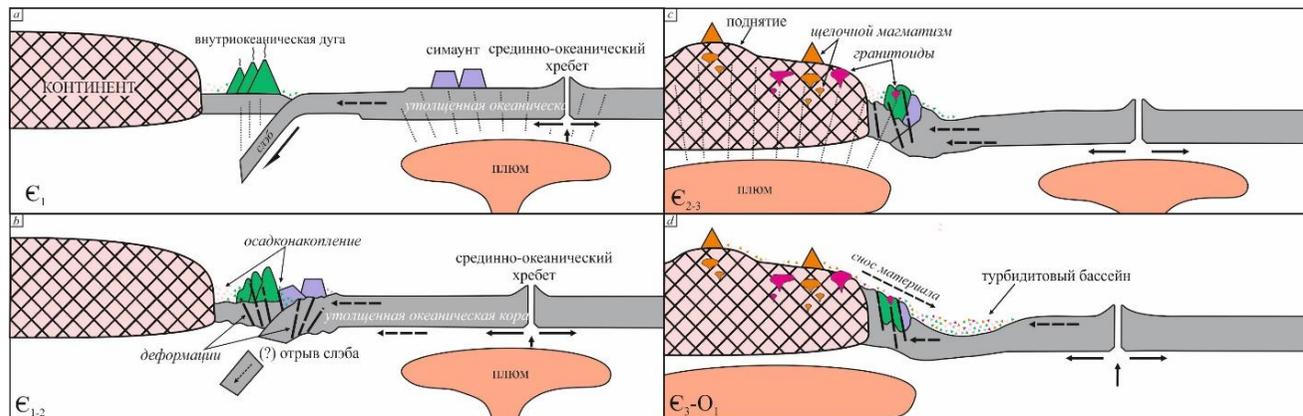


**Приоритетное направление 124. Геодинамические закономерности вещественно-структурной эволюции твердых оболочек Земли**

## 124-1. Модель формирования гигантского кембро-ордовикского турбидитового бассейна в западной части Центрально-Азиатского складчатого пояса

Геолого-геохимическое изучение осадочных пород Горного Алтая и датирование детритовых цирконов показало, что кембро-ордовикский турбидитовый бассейн западной части ЦАСП, сопоставимый по объему обломочного материала с осадками Бенгальского залива, был сформирован после прекращения субдукции в результате сочетания масштабных аккреционно-коллизионных процессов и магматической активности инициированной мантийными плюмами как в Палеоазиатском океане, так и на Сибирском континенте. Интенсивная эрозия и обилие кластического материала привело к формированию обширного турбидитового мегабассейна.



Источник финансирования: государственное задание (проект 0330-2016-0003).

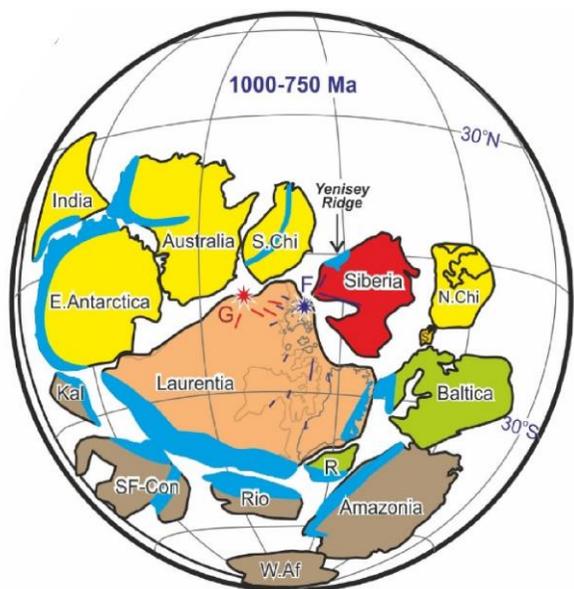
*N.N. Kruk, Ya.V. Kuibida, S.P. Shokalsky, V.I. Kiselev, N.I. Gusev. Late Cambrian – Early Ordovician turbidites of the Gornyy Altai (Russia): compositions, sources, deposition settings, and tectonic implications // Journal of Asian Earth Sciences, 2017, DOI: j.jseaes.2017.07.046.*

*Крук Н.Н., Изох А.Э., Куйбида М.Л., Крук Е.А. Геохимия осадочных пород чемальской свиты (Горный Алтай): вклад в проблему природы среднекембрийского магматизма западной части Центральной Азии // Геосферные исследования, 2017, № 1, С. 39-49.*

## 124-2. Расшифрованы геодинамические, тектонические, изотопно-геохимические и петрологические аспекты неопротерозойской истории развития террейнов западного обрамления Сибирского кратона

На основе изотопно-геохронологических и петролого-геохимических исследований установлено формирования рифтогенных структур на западной окраине Сибирского кратона с возрастом 797-792 млн лет, связанных с началом распада суперконтинента Родиния. Эти факты подтверждают территориальную близость Сибири и кратонов Северной Атлантики в позднем рифее. Изотопная стратиграфия ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ) и вендский возраст ( $584\pm 3$  млн лет) карбонатных пород вороговской серии (СЗ Енисейского кряжа) показали их соответствие позднедокембрийским разрезам других регионов. Изучение постколлизиионных

гранитоидов (540-550 млн лет) северо-запада Саяно-Енисейского аккреционного пояса показывает, что на заключительном этапе неопротерозойской истории островодужные комплексы были надвинуты на окраину Сибири на значительное расстояние.



*Likhanov I.I., Santosh M. Neoproterozoic intraplate magmatism along the western margin of the Siberian Craton: implications for breakup of the Rodinia supercontinent // Precambrian Research. - 2017. - V. 300. - P. 315-331.*

*Ножкин А.Д., Лиханов И.И., Ревердатто В.В., Баянова Т.Б., Зиновьев С.В., Козлов П.С., Попов Н.В., Дмитриева Н.В. Поздневендские постколлизиионные лейкограниты Енисейского кряжа // Доклады АН. – 2017. - Т. 474, № 3. - С. 605-611.*

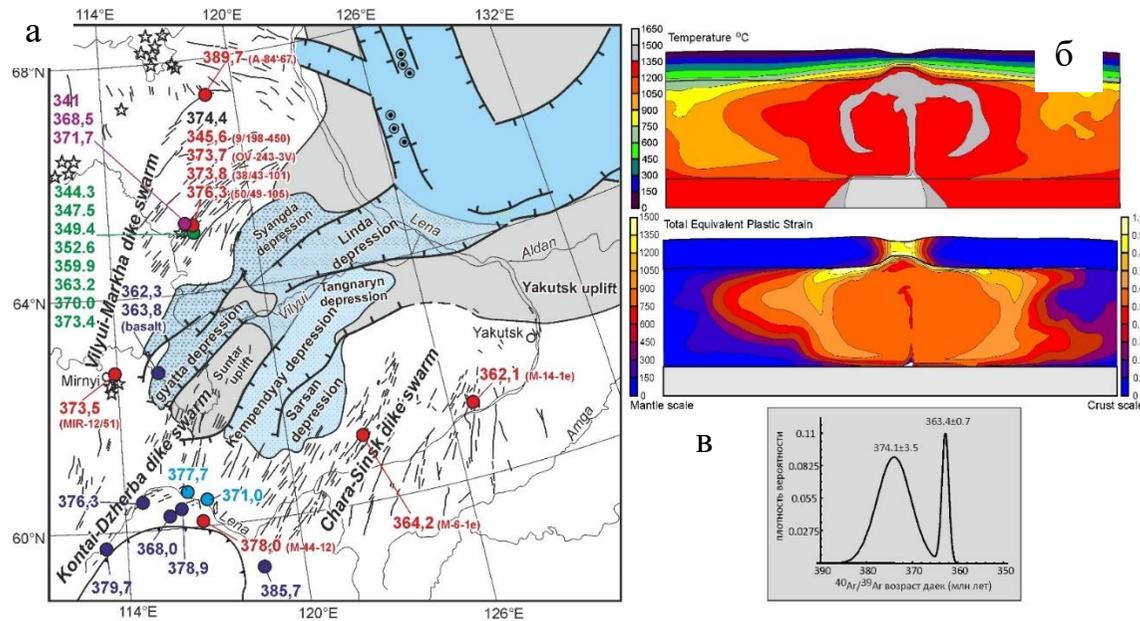
*Вишневская И.А., Летникова Е.Ф., Прошенкин А.И., Маслов А.В., Благовидов В.В., Метелкин Д.В., Прияткина Н.С. Вороговская серия венда Енисейского кряжа: хемостратиграфия и данные U-Pb-датирования детритовых цирконов // Доклады АН. – 2017. Т. 476. № 3. - С. 311-315.*

Источник финансирования: государственное задание (проекты 0330-2016-004, 0330-2016-0014, 0330-2016-0015, 0330-2016-0013), РФФИ (проекты № 15-05-00998, 15-05-05095, 15-05-01428, 16-35-00081), грант Президента РФ МК-6608.2015.5 и проекта Australian Research Council grant (DP120104004).

Палеотектонические реконструкции положения палеоконтинентов в неопротерозое в конфигурации Родинии (Johansson, 2014). Светло-красным и фиолетовым цветом показаны дайковые рой Гунбарель и Франклин с предполагаемыми центрами (звездочки) (Ernst et al., 2016).

### 124-3. Механизм рифтогенеза и термальный режим литосферы Вилуйского рифта Сибирской платформы

На основе данных о возрасте дайковых поясов, скорости осадконакопления и численного моделирования установлена корреляция по времени внедрений базитовой магмы и резкого ускорения погружения и осадконакопления в рифтовом бассейне. Установлены два импульса дайкообразования происходящие синхронно с быстрым погружением фундамента плиты в интервале 380-360 млн лет со скоростью осадконакопления 100-130 м/млн лет при нормальной скорости 10-20 м/млн лет. Анализ термо-механических моделей показал, что наиболее удовлетворительной является комбинированная модель, совмещающая механизмы внутриплитного растяжения и мантийного магматического диапира (плюма).



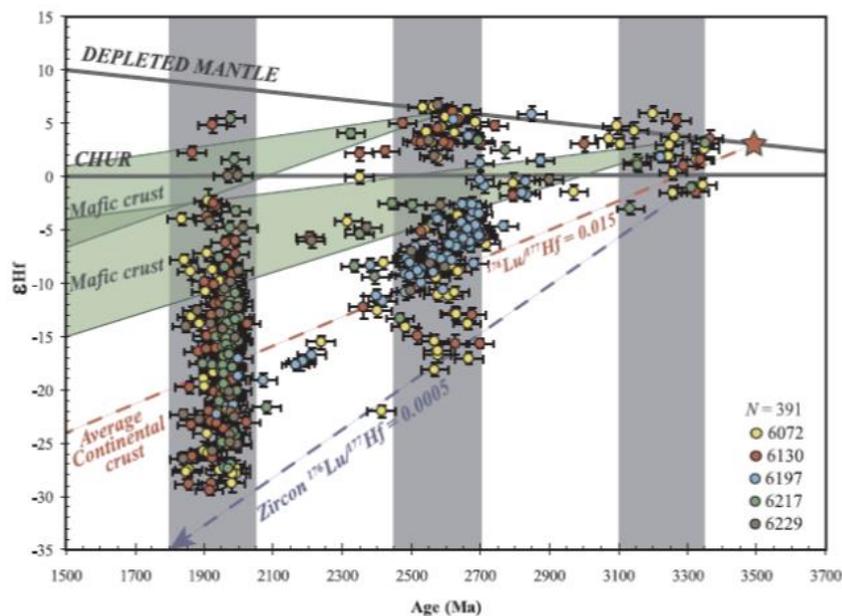
а) Распространение интрузивных тел Вилуйского рифта Красным показаны данные, полученные в работе [Polyansky et al., 2017]. Геологическая схема по [Прокопьев и др., 2001]; б) численная модель комбинированного механизма рифтогенеза; в) распределение возрастов даек.

*Polyansky O.P., Prokopiev A.V., Koroleva O.V., Tomshin M.D., Reverdatto V.V., Selyatitsky A.Yu., Travin A.V., Vasiliev D.A. Temporal correlation between dyke swarms and crustal extension in the middle Palaeozoic Vilyuy rift basin, Siberian platform// Lithos, 2017, v. 282-283, p. 45-64.*

Источник финансирования: государственное задание (проект №0330-2016-0004), проект РФФИ № 14-05-00188.

#### 124-4. Образование и эволюция континентальной коры и мантии Сибирского кратона по данным исследования U-Pb и Lu-Hf изотопных систем в цирконах из кимберлитов и аллювия рек Анабарского щита

Выделен ряд эпизодов формирования и преобразования коры севера Сибирского кратона: 1. в интервале 3.4-3.1 млрд. лет и около 70 % коры было сформировано в это время; 2. в интервале 2.5-2.7 млрд. лет - значительная добавка ювенильной коры (около 30%), значительная переработкой более древней коры; 3. 1.8-2.0 млрд. лет континентальная кора была сильно переработана и метаморфизована при амальгамации Сибирского кратона. Широкий интервал U-Pb датировок мегакристовых цирконов из трубки Нюрбинская свидетельствуют о сложности и длительности мантийных магматических процессов в центральной части кратона. Внедрение же кимберлитов – завершающий этап глубинной магматической/флюидной активности в литосферной мантии.



*Tretiakova I.G., Belousova E.A., Malkovets V.G., Griffin W.L., Piazzolo S., Pearson N.J., O'Reilly S.Y., Nishido H., 2017. Recurrent magmatic activity on a lithospheric-scale structure: crystallization and deformation in kimberlitic zircons // Gondwana Research, v. 42., 126-132.*

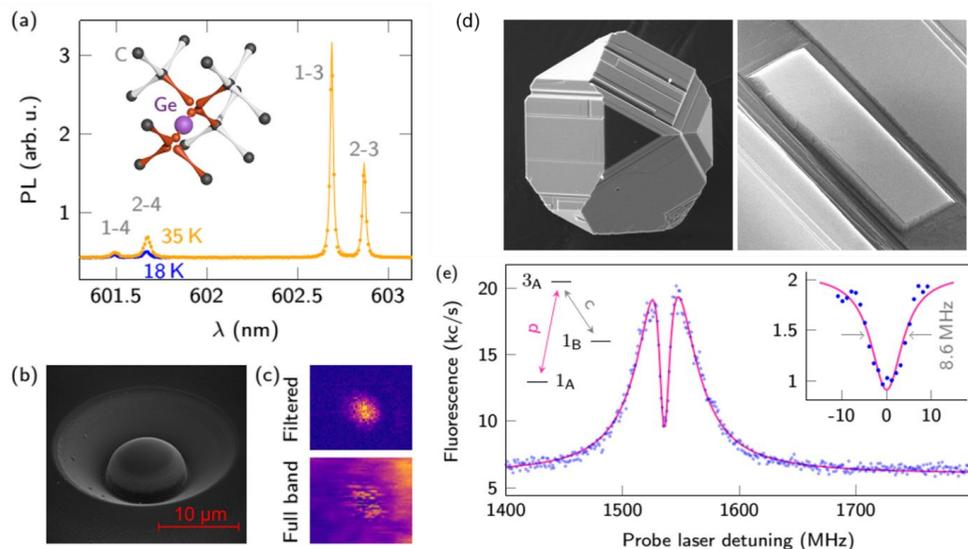
*Paquette, J.L., Ionov, D.A., Agashev, A.M., Gannoun, A., Nikolenko, E.I., 2017. Age, provenance and Precambrian evolution of the Anabar Shield from U-Pb and Hf isotope data on detrital zircons, and the history of the northern and central Siberian craton // Precambrian Res. 301, 134-144.*

Источники финансирования: государственное задание (проект 0330-2016-006), РФФИ 16-05-01502, РНФ 16-17-10067.

**Приоритетное направление 125. Фундаментальные проблемы развития литогенетических, магматических, метаморфических и минералообразующих систем.**

## 125-1. Алмазы для квантовой электроники

Экспериментальные исследования кристаллизации алмаза в системах на основе магния, продемонстрировали экстремально высокие скорости роста, примесно обусловленные изменения морфологии и возможность эффективного легирования алмаза примесями кремния и германия [1, 2]. Установлено, что электронное состояние GeV центров в алмазе можно контролировать с помощью магнитных полей и СВЧ излучения [3]. Алмазы с GeV центрами являются перспективными материалами для создания квантовых компьютеров и развития широкомасштабных квантовых сетей.



(a) Спектр фотолюминесценции GeV центров демонстрирующий 4-х уровневую структуру электронных уровней. На вставке показана модельная структура GeV центра. (b) СЭМ изображение твердотельной иммерсионной линзы изготовленной на поверхности образца. (c) Флуоресцентное изображение одиночного GeV центра, расположенного под иммерсионной линзой. (d) СЭМ изображения кристаллов алмаза синтезированных в системе Mg-Ge-C и содержащих GeV центры. (e) Оптическая лямбда-схема контроля спиновой когерентности GeV центров.

1. Palyanov Yu.N., Kupriyanov I.N., Khokhryakov A.F., Borzdov Yu.M. High-pressure crystallization and properties of diamond from magnesium-based catalysts// *CrystEngComm*. – 2017.- 19. - P. 4459–4475.

2. Yuri Palyanov, Igor Kupriyanov, Yuri Borzdov, Denis Nechaev, Yuliya Bataleva. HPHT Diamond Crystallization in the Mg-Si-C system: Effect of Mg/Si composition // *Crystals*.- 2017.-, V.7 (5), 119.

3. Petr Siyushev, Mathias H. Metsch, Aroosa Ijaz, Jan M. Binder, Mihir K. Bhaskar, Denis D. Sukachev, Alp Sipahigil, Ruffin E. Evans, Christian T. Nguyen, Mikhail D. Lukin, Philip R. Hemmer, Yuri N. Palyanov, Igor N. Kupriyanov, Yuri M. Borzdov, Lachlan J. Rogers, and Fedor Jelezko. Optical and microwave control of germanium-vacancy center spins in diamond// *PHYSICAL REVIEW B* 96. -2017.- 081201(R).

Источник финансирования: Грант РФФ № 14-27-00054

## 125-2. Экспериментальная реконструкция состава кимберлитового расплава в основании субкратонной литосферной мантии.

Добавление избыточного количества  $\text{CO}_2$  к кимберлиту трубки Удачная-Восточная при 6,5 ГПа и 1200-1600 °С приводит к смене состава минеральной ассоциации, сосуществующей с расплавом в ряду верлит-лерцолит-пероксенит-эклогитоподобный парагенезис с коэситом при различных степенях плавления. Первичный кимберлитовый расплав имел щелочно-карбонатитовый состав, но потерял порядка 34-45 мол% (34-46 мас%)  $\text{CO}_2$  при подъеме к поверхности. Соотношение расплава и кристаллической фракции в экспериментах показывает, что силикатные минералы никогда не переплавлялись полностью и кимберлитовая магма всегда представляла собой комбинацию расплава и кристаллического материала [1].

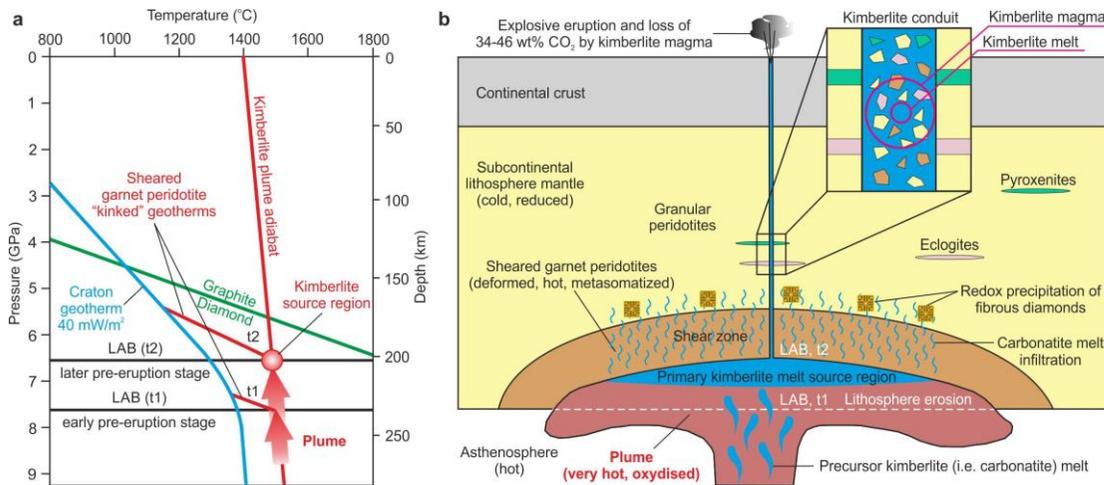


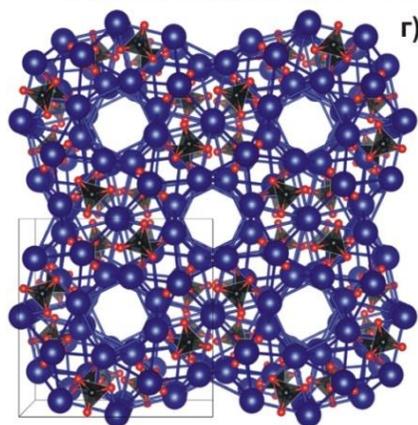
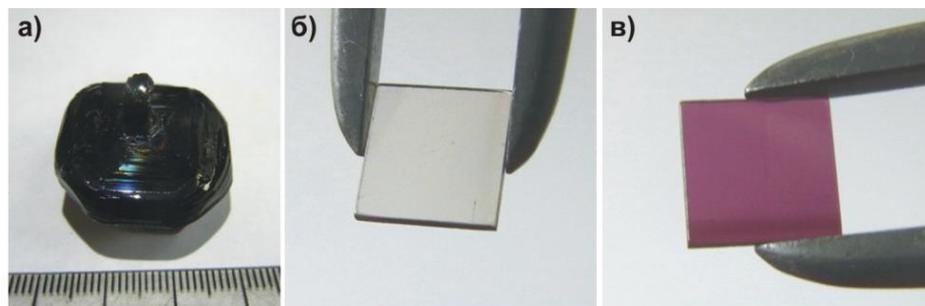
Схема образования кимберлита. (a) P-T диаграмма, иллюстрирующая термическую структуру в области зарождения кимберлитовой магмы на границе астеносфера и литосферы (LAB). (b) Схематическая диаграмма, иллюстрирующая генезис кимберлита и его связь с восходящими мантийными потоками (плюмами).

*Shatskiy A., Litasov K.D., Sharygin I.S., and Ohtani E. (2017) Composition of primary kimberlite melt in a garnet lherzolite mantle source: constraints from melting phase relations in anhydrous Udachnaya-East kimberlite with variable  $\text{CO}_2$  content at 6.5 GPa. Gondwana Research, 45, 208-227.*

Источник финансирования: РФФ 14-17-00609

### 125-3. Новый класс фторидоборатов с антицеолитной структурой

Открыт новый класс фторидоборатов с антицеолитной структурой с положительно заряженным «каркасом»  $[\text{Ba}_{12}(\text{BO}_3)_6]^{6+}$ , в каналах которого находятся разупорядоченные анионные кластеры. Кристаллы новых твердых растворов характеризуются эффектом линейного дихроизма, представляют интерес для использования в качестве дихроичных поляризаторов, твердотельных электролитов.



Химическая формула	Простр. группа, Z	Ссылка
$\text{Ba}_3(\text{BO}_3)_2$	<i>Pbam</i> , 16	[1]
$\text{Ba}_3(\text{BO}_3)_{2-x}\text{F}_{3x}$	<i>Pbam</i> , 4	[2]
$\text{LiBa}_{12}(\text{BO}_3)_7\text{F}_4$	<i>P4_2bc</i> , 4	[3,4]
$\text{Li}_x\text{Na}_{1-x}\text{Ba}_{12}(\text{BO}_3)_7\text{F}_4$	<i>P4_2bc</i> , 4	[4]
$\text{NaBa}_{12}(\text{BO}_3)_7\text{F}_4$	<i>P4_2bc</i> , 4	[4]
$\text{Mn}_x\text{Ba}_{12}(\text{BO}_3)_{8-2x}\text{F}_{8x}$	<i>I4/mcm</i> , 4	(в печати)

Кристалл  $\text{LiBa}_{12}(\text{BO}_3)_7\text{F}_4$  (а) и демонстрация линейного дихроизма на пластинке, ориентированной вдоль оптической оси (б,в); (г) – структура каркаса  $[\text{Ba}_{12}(\text{BO}_3)_6]^{6+}$ .

Источник финансирования: государственное задание (проект 0330-2016-0008), проект РФФИ № 16-08-00477.

1. **Bekker T.B., Rashchenko S.V., Seryotkin Y.V., Kokh A.E., Davydov A.V., Fedorov P.P.** *BaO-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> system and its mysterious member Ba<sub>3</sub>B<sub>2</sub>O<sub>6</sub>* // *J. Am. Ceram. Soc.* 2017;00:1–8. doi: 10.1111/jace.15194.

2. **Rashchenko S.V., Bekker T.B., Bakakin V.V., Seryotkin Y.V., Simonova E.A., Goryainov S.V.** *New fluoride borate with ‘anti-zeolite’ structure: A possible link to Ba<sub>3</sub>(BO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>* // *J. Alloys Compd.* 2017. V.694. P. 1196–1200.

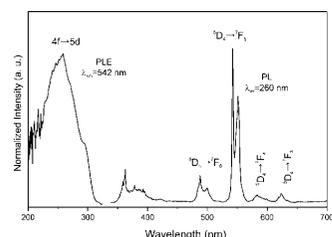
3. Патент 2615691 RU. Материал для дихроичной поляризации света – кристалл  $\text{LiBa}_{12}(\text{BO}_3)_7\text{F}_4$  / **А.Е. Кох, Е.А. Симонова, К.А. Кох, В.А. Светличный, Ю.М. Андреев.** – Оpubл. 06.04.2017, Бюл. №10.

4. **Bekker T.B., Rashchenko S.V., Solntsev V.P., Yelisseyev A.P., Kragzhda A. A., Bakakin V. V., Seryotkin Y. V., Kokh A. E., Kokh K. A., Kuznetsov A. B.** *Growth and optical properties of  $\text{Li}_x\text{Na}_{1-x}\text{Ba}_{12}(\text{BO}_3)_7\text{F}_4$  fluoride borates with ‘anti-zeolite’ structure* // *Inorg. Chem.* 2017. 56(9). P. 5411–5419.

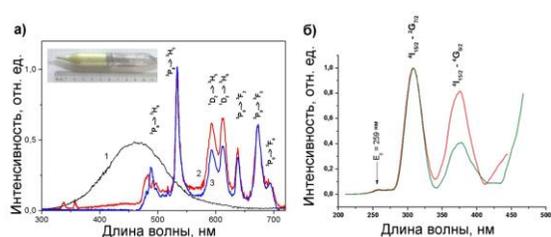
## 125-4. Новые материалы для фотоники

Получен и запатентован новый фотолюминесцентный материал - соединение класса люминофоров - тербиевый ортоборат калия-стронция  $\text{KSrTb}(\text{BO}_3)_2$ , обладающий фотолюминесцентными свойствами. Разработан способ выращивания монокристаллов новых соединений с высокими концентрациями Pr и Nd:  $\text{Y}_x\text{Nd}_y\text{Sc}_z(\text{BO}_3)_4$  и  $\text{Y}_x\text{Pr}_y\text{Sc}_z(\text{BO}_3)_4$  высокого оптического качества, являющихся перспективными материалами для одновременной генерации и нелинейно-оптического преобразования лазерного излучения.

Методом Бриджмена впервые получены кристаллы  $\text{SrPb}_3\text{Vr}_8:\text{Pr}^{3+}$  диаметром до  $15 \times 100$  мм. В спектрах излучения нелегированных кристаллов преобладает свечение автолокализованных экситонов в широком спектральном диапазоне. Спектроскопические характеристики  $\text{KPb}_2\text{Cl}_5:\text{Er}^{3+}$ ,  $\text{KPb}_2\text{Cl}_5:(\text{Er}^{3+}+\text{Yb}^{3+})$ ,  $\text{KPb}_2\text{Cl}_5:\text{Tb}^{3+}$  позволяют рассматривать кристаллы как эффективные лазерные среды с низкоэнергетическим фононным спектром для среднего ИК диапазона.



Спектр люминесценции  $\text{KSrTb}(\text{BO}_3)_2$ .



а) Спектры рентгенолюминесценции нелегированного (1) и легированного (2) кристалла  $\text{SrPb}_3\text{Vr}_8$ ; спектры фотолюминесценции  $\text{SrPb}_3\text{Vr}_8:\text{Pr}^{3+}$  ( $\lambda=450$  нм); б) спектры фотолюминесценции ( $\lambda=544$  нм - зеленый, 652 нм - красный) в  $\text{KPb}_2\text{Cl}_5:\text{Er}^{3+}$



Кристаллы  $\text{Y}_x\text{Nd}_y\text{Sc}_z(\text{BO}_3)_4$  и  $\text{Y}_x\text{Pr}_y\text{Sc}_z(\text{BO}_3)_4$  на обложке журнала

1. **Kokh A.E., Kononova N.G., Shevchenko V.S., Seryotkin Yu.V., Bolatov A.K., Abdullin Kh.A., Uralbekov B.M., Burkitbayev M.** Syntheses, crystal structure and luminescence properties of the novel isostructural  $\text{KSrR}(\text{BO}_3)_2$  with  $R = \text{Y}, \text{Yb}, \text{Tb}$  // *J. Alloys Compd.* 2017. V.711. P. 440–445.

2. **Kox A.E., Кононова Н.Г., Шевченко В.С., Сереткин Ю.В., Уралбеков Б.М., Болатов А.К., Буркитбаев М.М.** Фотолюминесцентный материал редкоземельного ортобората и способ его получения // *Евразийский патент № 025559* // Бюллетень Евразийского патентного ведомства, 1'2017, опубл. 30.01.2017

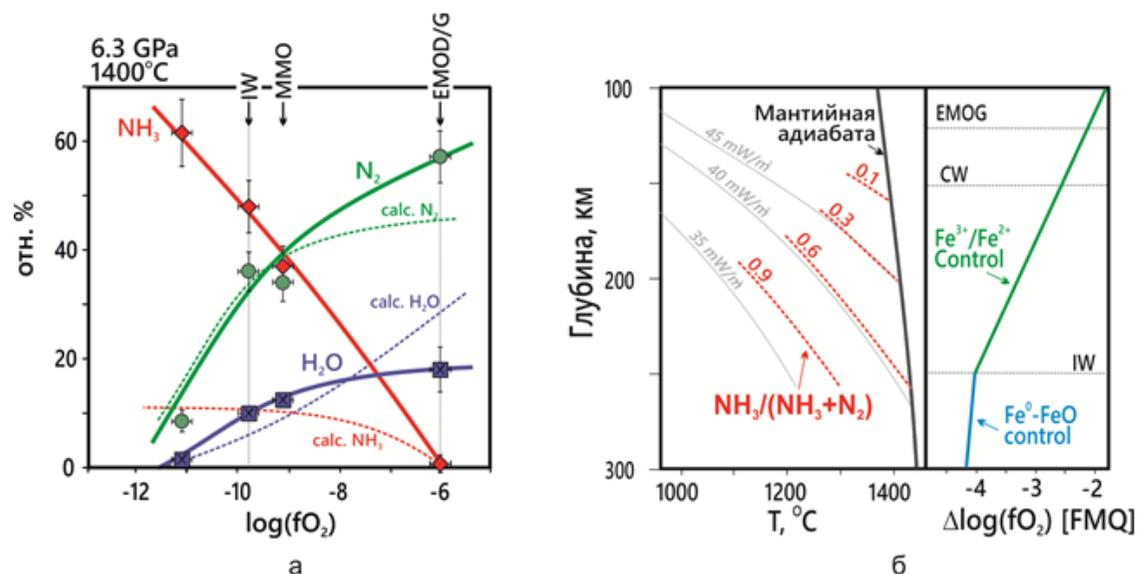
3. **A.M.Tkachuk, S.E.Ivanova, A.A.Mirzaeva, L.I.Isaenko.** Optical Spectra and Emission Characteristics of Terbium-Doped Potassium-Lead Double Chloride Crystals ( $\text{KPb}_2\text{Cl}_5:\text{Tb}^{3+}$ ) // *Optics and Spectroscopy.* - 2017. - 122. - P. 735–748

**A.E. Kokh, A.B. Kuznetsov, E.V. Pestryakov, A. Maillard, R. Maillard, C. Jobard, N.G. Kononova, V.S. Shevchenko, A.A. Kragzhda, B. Uralbekov, K.A. Kokh,** Growth of the complex borates  $\text{Y}_x\text{R}_y\text{Sc}_{2+z}(\text{BO}_3)_4$  ( $R = \text{Nd}, \text{Pr}, x + y + z = 2$ ) with huntite structure // *Cryst. Res. Technol.* 2017, 52 (8), 1600371.

Источники финансирования: государственное задание (проект 0330-2016-0008), проект РФФИ № 16-32-00545, проект РНФ № 15-19-10021.

## 125-5. Условия стабильности аммиака в мантийном C-O-H-N флюиде

Исследование условий стабильности аммиака в мантийном C-O-H-N флюиде выполнено экспериментально при давлении 5.5, 6.3 и 7.8 ГПа и температуре 1100-1500°C. Установлено, что аммиак является доминирующим компонентом ультравосстановленного флюида при  $fO_2$  на 2 лог. ед. ниже буфера IW. Однако, с увеличением температуры концентрация  $NH_3$  снижается, а содержание  $N_2$  растет. Молекулярный азот становится основным азотсодержащим компонентом уже при  $fO_2$  на 0.7 лог. ед. выше буфера IW и температуре  $\geq 1400^\circ C$ , и далее преобладает в более окисленных флюидах во всем изученном диапазоне P-T- $fO_2$  параметров. Полученные данные позволили сделать вывод, что отношение  $NH_3/(NH_3+N_2)$  в восстановленном, богатом азотом флюиде при его подъеме вдоль мантийной адиабаты с астеносферных глубин (~250 км) на уровень окисленной субкратонной литосферы (~170 км) должно меняться с  $\geq 0.5$  до ~0.1. Лишь в условиях холодной и восстановленной литосферы аммиак может быть главным азотсодержащим компонентом флюида.



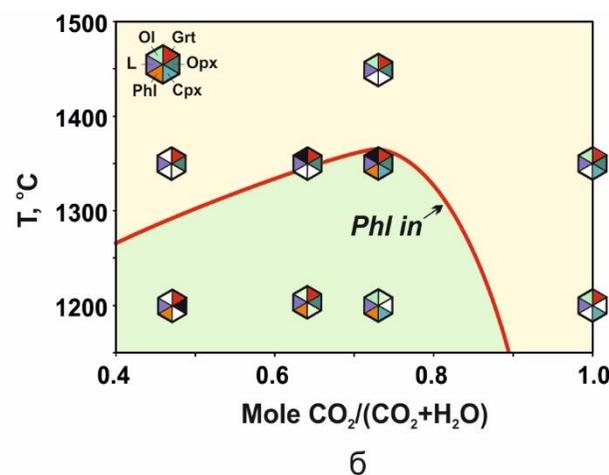
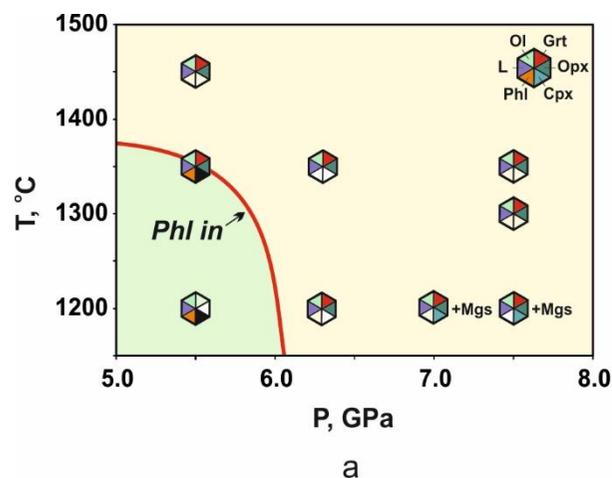
Условия стабильности аммиака в богатом азотом флюиде при мантийных P-T- $fO_2$  параметрах. а. Состав флюида при 6.3 ГПа и 1400°C как функция фугитивности кислорода. Пунктирными линиями приведены расчётные концентрации  $NH_3$ ,  $N_2$  и  $H_2O$ , полученные методом минимизации энергии Гиббса. б. Диапазон  $NH_3/(NH_3+N_2)$  отношении во флюиде при T- $fO_2$  условиях, характерных для субкратонной литосферы.

Источник финансирования: Российский научный фонд (проект 16-17-10041).

*Sokol A.G., Palyanov Y.N., Tomilenko A.A., Bul'bak T.A., Palyanova G.A. Carbon and nitrogen speciation in nitrogen-rich C-O-H-N fluids at 5.5–7.8 GPa // Earth and Planetary Science Letters, 2017, 460, 234-243.*

## 125-6. Условия образования флогопита при мантийном метасоматозе

Экспериментально в системе гарцбургит - водосодержащий карбонатный расплав при 5,5-7,5 ГПа, 1200-1450° и  $X_{CO_2}$  от 0.36 до 0.73 получены высокобарические фазовые ассоциации  $Ol+Grt+L\pm Opx\pm Cpx \pm Phl\pm Mgs$  и определены поля стабильности отдельных фаз. Впервые установлено, что флогопит может быть стабилен в перидотитовом матриксе в присутствии ультращелочного карбонатно-силикатного расплава при давлениях литосферной мантии и температурах 1200-1350°. Полученные экспериментально данные доказали возможность кристаллизации флогопита при воздействии на перидотит ультракалиевого богатого летучими метасоматического агента.



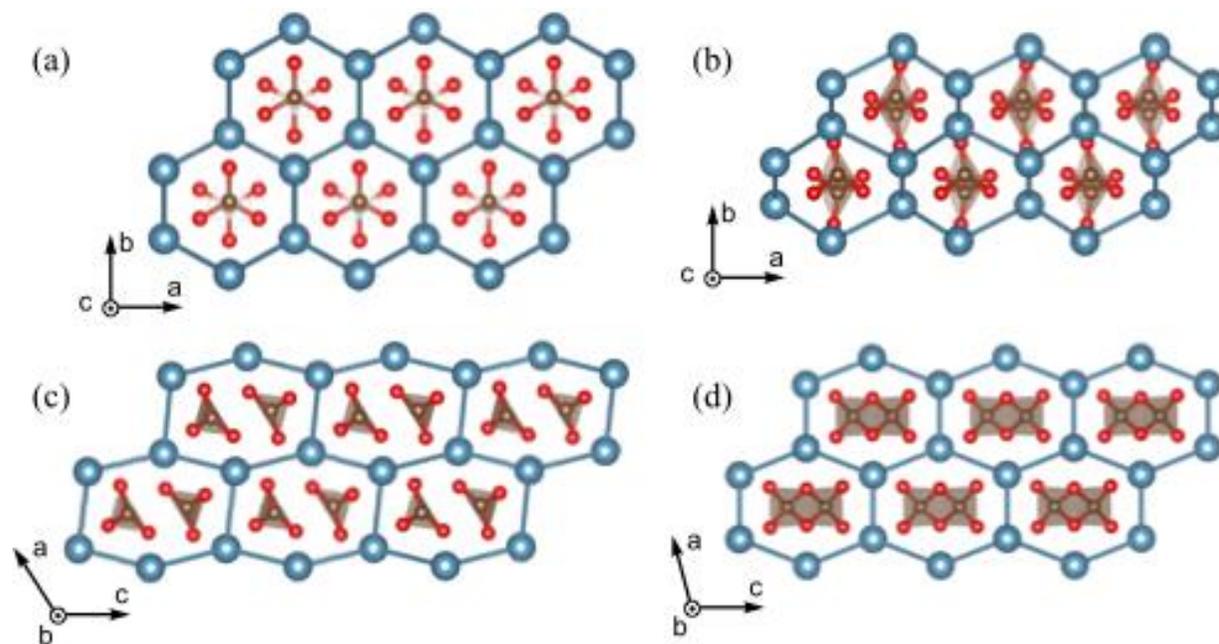
Фазовые отношения в системе гарцбургит водосодержащий карбонатный расплав при P-T- $X_{CO_2}$  параметрах экспериментов. а. Состав полученных ассоциаций и граница стабильности флогопита при  $X_{CO_2}=0.73$  в зависимости от давления и температуры; б. Состав полученных ассоциаций и граница стабильности флогопита при давлении 5.5 ГПа в зависимости от  $X_{CO_2}$  и температуры.

*Sokol A.G., Kruk A.N., Palyanov Y.N., Sobolev N.V. Stability of phlogopite in ultrapotassic kimberlite-like systems at 5.5-7.5 GPa // Contributions to Mineralogy and Petrology. - 2017. - 172(4). - P. 21.*

Источник финансирования: государственное задание (проект VIII.67.3.1).

## 125-7. Новые фазы карбоната кальция

В ходе проведенных теоретических и экспериментальных исследований фазовой диаграммы карбоната кальция были обнаружены две новые фазы высокого давления, названные арагонит-II и  $\text{CaCO}_3$ -VII. На рисунке показаны структуры этих фаз и проиллюстрировано соотношение со структурами других ранее известных фаз  $\text{CaCO}_3$ . Открытие новых фаз карбоната кальция позволяет по-новому взглянуть на преобразование карбонатного вещества в недрах Земли при 30-50 ГПа и в глобальном цикле углерода планеты.



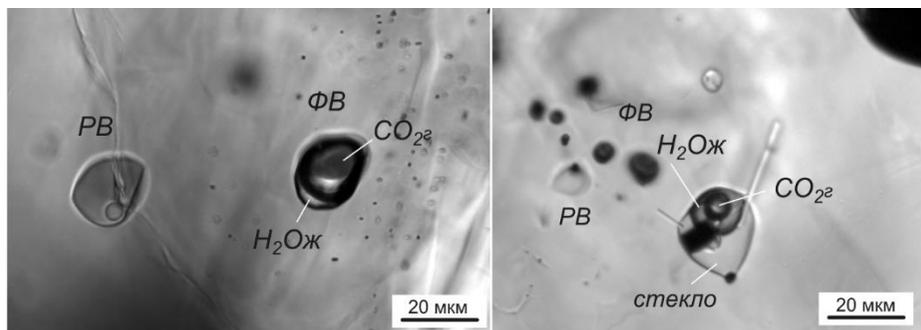
Соотношение структур старых и новых фаз  $\text{CaCO}_3$ : арагонит (a), арагонит-II (b),  $\text{CaCO}_3$ -VII (c),  $\text{CaCO}_3$ -P2<sub>1</sub>/c-h

Gavryushkin, P.N., Martirosyan, N.S., Inerbaev, T.M., Popov, Z.I., Rashchenko, S.V., Likhacheva, A.Y., Lobanov, S.S., Goncharov, A.F., Prakapenka, V.B., Litasov, K.D. *Aragonite-II and  $\text{CaCO}_3$ -VII—new high-pressure high-temperature polymorphs of  $\text{CaCO}_3$* . *Crystal Growth & Design*, 2017. DOI: 10.1021/acs.cgd.7b00977

Источник финансирования: государственное задание (проект 0330-2016-0006), грант президента МК-3417.2017.5, Мегагрант 14.B25.31.0032

## 125-8. Реконструкция особенностей очагов плейстоцен-голоценовых катастрофических извержений острова Итуруп (Курильские острова)

Проведено изучение минерального состава и включений минералообразующих сред в продуктах позднеплейстоцен-голоценовых извержений кальдер перешейка Ветрового и залива Львиная Пасть (о. Итуруп, Курильские острова), являющихся одними из крупнейших катастроф Курило-Камчатской островодужной системы. Полученные результаты свидетельствуют о том, что оба эруптивных центра связаны с малоглубинными (~3 км) очагами кислой магмы одинакового состава, состоящей из риолитового расплава кварца, плагиоклаза, темноцветных минералов и Fe-Ti окислов. Расплавы этих очагов возникли в результате частичного плавления метабазитовой коры острова. Магматические процессы этих двух очагов протекали при температурах около 800-850°C и высоком содержании H<sub>2</sub>O (до 6 мас. %). Рост концентрации воды в магме привел к дегазации очага перешейка Ветровой задолго до катастрофического извержения и образованию вкрапленников амфибола в очаге кальдеры Львиная Пасть.



Микровключения расплавов (PB) и флюидов (ФВ) в плагиоклазе из туфов перешейка Ветровой, свидетельствующие о дегазации магмы задолго до катастрофического извержения.

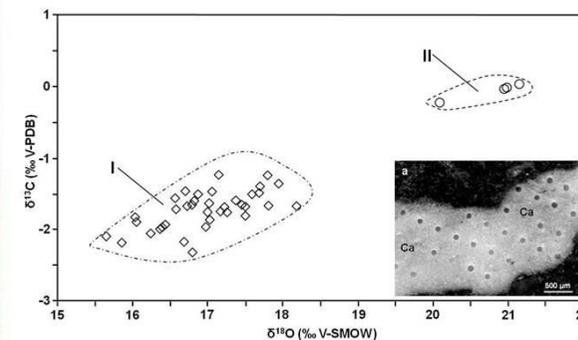
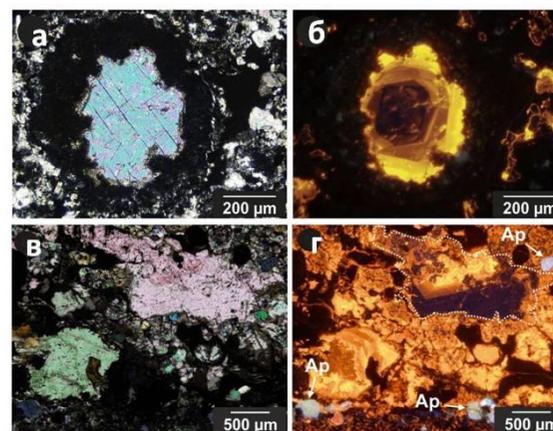
*Смирнов С.З., Рыбин А.В., Соколова Е.Н., Кузьмин Д.В., Дегтерев А.В., Тимина Т.Ю. Кислые магмы кальдерных извержений острова Итуруп: первые результаты исследования расплавных включений во вкрапленниках пемз кальдеры Львиная пасть и перешейка Ветровой // Тихоокеанская геология, 2017, Т. 36, №1, С. 52-70.*

## 125-9. Роль карбонатов в эволюции гипабиссальных кимберлитов.

Установлено, что карбонаты играют существенную роль в эволюции гипабиссальных кимберлитов. Впервые, методом катодолуминесценции (КЛ) для кимберлита трубки Малокуонапская показан сложный характер образования вкрапленника кальцита, представляющегося однородным в скрещенных николях с хорошо выраженной спайностью (рис. 1а), а в КЛ демонстрирующего сложную концентрическую зональность состава ниже предельной чувствительности микрозонда (рис. 1б). Впервые в этой же трубке выявлено включение карбонатита, содержащего карбонаты сложного состава (в КЛ), как показано на рис. 1в, г. Впервые установлено, что изотопный состав углерода ( $\delta^{13}\text{C}$ ) и кислорода ( $\delta^{18}\text{O}$ ) магматических кальцитов из основной массы кимберлитов трубки Удачная-Восточная изменяется в широких пределах (рис. 1). На заключительных стадиях формирования кимберлитовой трубки происходит последовательное утяжеление изотопного состава углерода и кислорода карбонатов, что свидетельствует об их гибридной природе, (формировании при участии мантийного и осадочно-морского источников, рис. 1, II). Во врезке – места отбора образцов микробуром для анализа (круглые отверстия).

*Sobolev N.V., Schertl H.-P., Neuser R.D., Tomilenko A.A., Kuzmin D.V., Logvinova A.M., A.V. Tolstov, Kostrovitsky S.I., Yakovlev D.A., Oleinikov O.B. Formation and evolution of hypabyssal kimberlites from the Siberian Craton: Part 1 - New insights from cathodoluminescence of the carbonates // Journal of Asian Earth Sciences. - 2017. - V. 145. - P. 670-678.*

*Томиленко А.А., Дублянский Ю.В., Кузьмин Д.В., Соболев Н.В. Изотопный состав углерода и кислорода магматических кальцитов из кимберлитов трубки Удачная-Восточная, Якутия // Докл АН. - 2017. - Т. 475, № 3. - С. 316-319.*

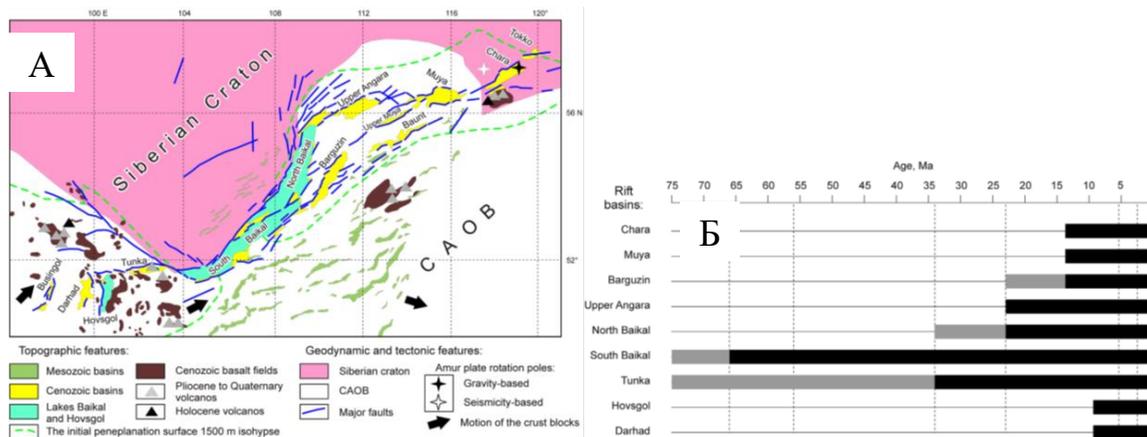


Источник финансирования: проект РНФ № 14-17-00602П.

**Приоритетное направление 127. Динамика и механизмы изменения ландшафтов, климата и биосферы в кайнозое, история четвертичного периода**

## 127-1. Тектоническая эволюция впадин Байкальской рифтовой зоны – ключ к пониманию процессов внутриконтинентального рифтогенеза

Выполнено обобщение геоморфологических, седиментологических и геохронологических данных из впадин Байкальской рифтовой зоны (БРЗ). Самые древние (поздне меловыми) впадины БРЗ – Южно-Байкальская и Тункинская, а самые молодые – Хубсугульская и Дархадская. Оценки возраста впадин позволили исследователям сделать вывод о двустороннем раскрытии БРЗ от ее центральной Южно-Байкальской впадины в течении двух основных тектонических этапа: олигоцен-миоцен – низкий рельеф и слабые тектонические процессы; плиоцен-плейстоцен – активный рост гор и опускание впадин со сменой этапов 7-5 млн лет назад, когда тектоническое расширение сменилось на сжатие, что привело к деформациям ранее накопленных третичных отложений и их поднятию в периферийных частях впадин и вблизи междувадинных перемычек.



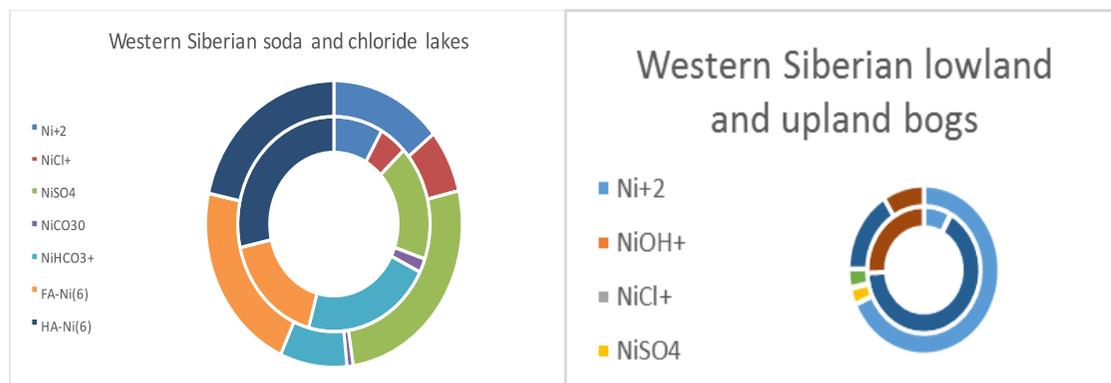
А) Основные элементы БРЗ и смежных районов.

Б) Возраста впадин БРЗ, иллюстрирующие ее двустороннее раскрытие. Возрастные интервалы: черные - доказанные, серые - предполагаемые.

*Krивonogov, S.K., Safonova, I.Y.. Basin structures and sediment accumulation in the Baikal Rift Zone: implications for Cenozoic intracontinental processes in the Central Asian Orogenic Belt // Gondwana Research. 2017. 47, 267-290.*

## 127-2. Влияние ландшафтно-климатических зон на гидрогеохимические механизмы накопления элементов в природных водах Западной Сибири

Изменения состава природных вод при переходе от гумидного климата к аридному, позволяет заключить, что состав болотных и озерных вод предопределяется их расположением в различных ландшафтно-климатических зонах. Влажность, испарение, количество подземного водного стока являются определяющими для накопления элементов в растворе. Разница в водообмене в разных климатических зонах приводит либо к более интенсивному выносу подвижных элементов (Na, K, Mg, Cl, Br) в гумидных ландшафтах, либо к увеличению времени взаимодействия вод с минералами горных пород с последующим формированием вторичной минеральной фазы (кальцит, гипс, тенардит, галит) в аридных. Процессы комплексообразования протекают более интенсивно в лесных и лесо-степных ландшафтах в сравнении со степной зоной, где образование вторичных минералов является основным фактором, определяющим снижение концентраций ряда элементов (Ca, HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, Ba, B) в воде.



Распределение миграционных форм элементов в озерных (слева) и болотных (справа) водах Западной Сибири (на примере никеля). Внутренний круг – содовые озера, внешний – хлоридные. Типы озер и болот подписаны на рисунке (содовые/хлоридные и низовые/верховые соответственно).

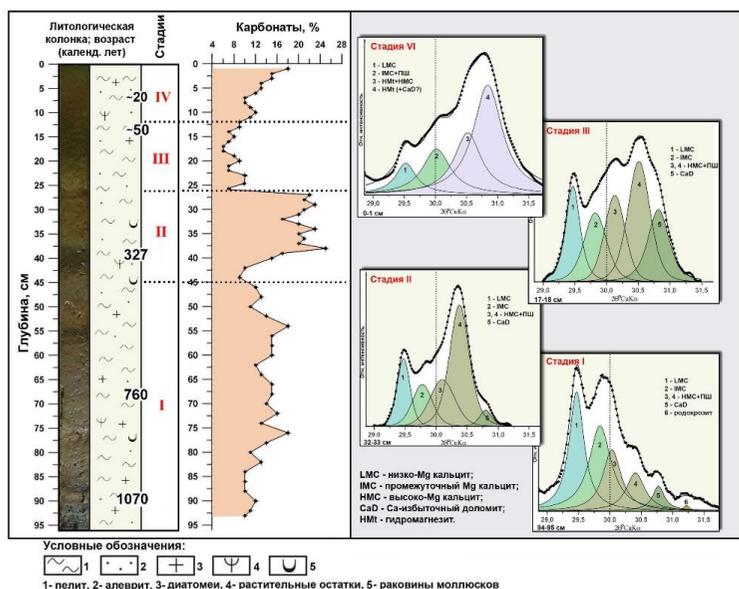
*Borzenko S.V., Kolpakova M.N., Shvartsev S.L., Isupov V.P.*

*Biogeochemical conversion of sulfur species in saline lakes of Steppe // Altai Chinese Journal of Oceanology and Limnology. 2017*  
*Гаськова О.Л., Страховенко В.Д., Овдина Е. Состав рассолов и минеральная зональность донных отложений содовых озер Петухово (Кулундинская степь) // Геология и геофизика, 2017, т. 58, №10, с. 1514–1527.*

Источник финансирования: государственное задание (проект 0330-2016-0001), РФФ (проект 15-17-10003).

### 127-3. Климатические изменения в голоцене Западной Сибири и Западного Забайкалья по данным комплексных исследований озерных осадков

Доказано, что впадина оз. Чаны обводнилась около 10 тыс.л.н., но долго была заболоченной низиной или мелководным озером. Глубоким озеро стало только около 2 тыс.л.н. Для бассейна оз. Чаны реконструированы условия похожие на современные в интервале 7.9-7. тыс.л.н., самый теплый и сухой интервал 7-5 тыс.л.н., начало похолодания около 5.5 тыс.л.н., пик похолодания 1.9 тыс.л.н., и тренд к современному более теплому периоду с 1.5 тыс.л.н. Установлено, что в последнее тысячелетие на территории Еравнинской котловины постепенно нарастала аридность климата вплоть до последних нескольких десятков лет. Наиболее засушливый период (стадия III) длился от 200 до 40 л.н. В последнюю короткую стадию IV (от 40 л.н. до современности) наблюдается уменьшение аридности климата.



**Жданова А.Н., Солотчина Э.П., Солотчин П.А., Кривоногов С.К., Даниленко И.В.** Отражение изменений климата голоцена в минералогии донных осадков Яркового плеса озера Чаны (юг Западной Сибири) // *Геология и геофизика* 2017, 4, 856-868.

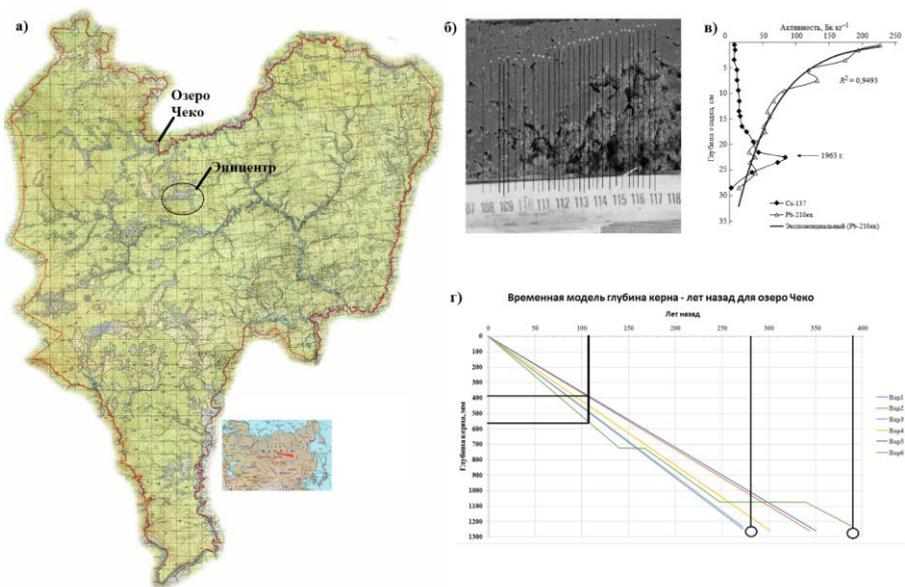
**Zhilich, S., Rudaya, N., Krivonogov, S., Nazarova, L., Pozdnyakov, D.** Environmental dynamics of the Baraba forest-steppe (Siberia) over the last 8000 years and their impact on the types of economic life of the population // *Quaternary Science Reviews*. 2017. 163, 152-161.

**Solotchina E.P., Sklyarov E.V., Solotchin P.A., Zamana L.V., Danilenko I.V., Sklyarova O.A., Tat'kov P.G.** Authigenic carbonate sedimentation in Eravnoe group lakes (Western Transbaikalia): response to Holocene climate change // *Russian Geology and Geophysics*, 2017, vol. 58, pp. 1390–1400.

Источник финансирования: государственное задание (проект 0330-2016-0017), РФФИ (проект 16-05-00244).

**127-4. Проведена оценка скорости накопления и возраст донных отложений оз. Чеко, расположенного на территории заповедника “Тунгусский” в 8 км от предполагаемого эпицентра Тунгусской катастрофы 1908 г.**

Временная модель осадконакопления «глубина керна – возраст осадка», построенная по данным вертикальных распределений активностей  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{210}\text{Pb}$  и визуального подсчёта слоёв в кернах донных отложений, отобранном в центре озера, позволила оценить возраст нижних слоёв осадка величиной 280-390 лет назад, т.е.  $1681 \pm 55$  л.н.э. Полученные данные убедительно свидетельствуют, что оз. Чеко существенно старше Тунгусской катастрофы 1908 г., поэтому не может быть кратером или следом взрыва, как это предполагали некоторые исследователи ранее. Получена оценка интервала керна донных осадков в котором могут находиться следы Тунгусского космического тела.



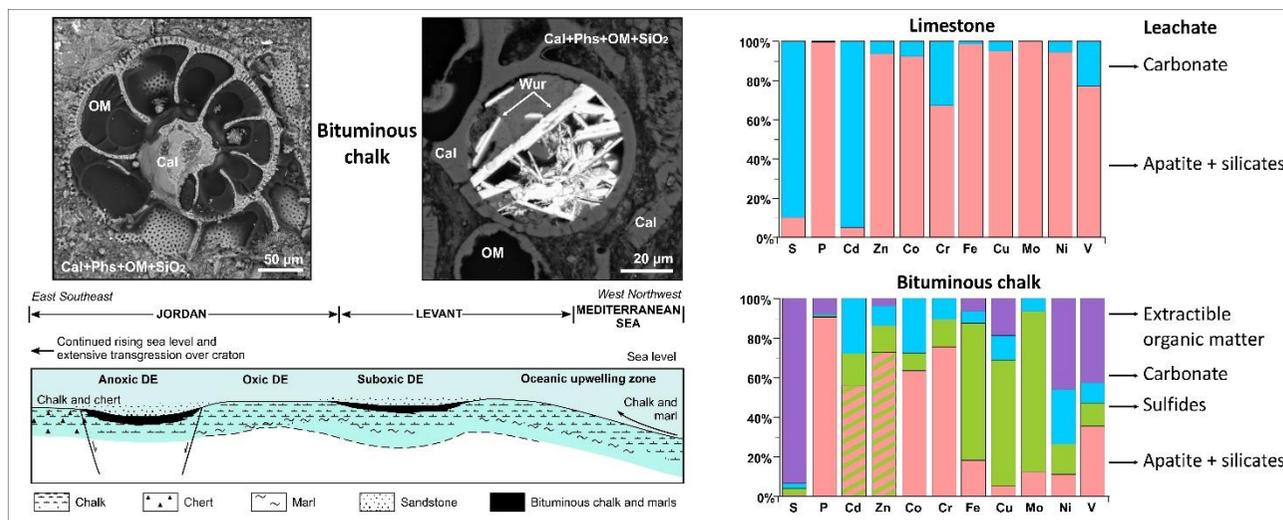
а) локализация объекта исследования; б) пример подсчета визуально выделяемых слоёв в кернах Чеко-2016-2; в) профили вертикальных распределений активностей  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{210}\text{Pb}$ ; г) временная модель «глубина керна – возраст осадка», позволяющая датировать нижние слои и выделить интервал керна, соответствующий 1908 г., где могут находиться следы вещества Тунгусского космического тела.

*Рогозин Д.Ю., Дарьин А.В., Калугин И.А., Мельгунов М.С., Мейдус А.В., Дегерменджи А.Г. Оценка скорости накопления донных отложений в озере Чеко (Эвенкия, Сибирь): новые сведения по проблеме тунгусского феномена 1908 г // Докл АН. - 2017. – Т. 476, № 3. - С. 685-687. Источники финансирования: государственное задание (проект 0330-2016-0015), РФФИ (проекты 16-05-00647, 16-04-00175).*

**Приоритетное направление 130. Рудообразующие процессы, их эволюция в истории Земли, металлогенические эпохи и провинции и их связь с развитием литосферы; условия образования и закономерности размещения полезных ископаемых.**

### 130-1. Карбонатные осадки Центральной Иордании как протолиты Pb-Zn стратиформных месторождений.

До настоящего времени молодые карбонатные осадки, которые могли бы быть потенциальными протолитами стратиформных Pb-Zn месторождений типа Mississippi Valley обнаружить не удавалось. Морские карбонатные осадки верхнемелового возраста, обогащенные аутигенными Cd вюртцитом и сфалеритом и высокосернистым керогеном, были обнаружены нами в Центральной Иордании (формация Мувакар). Впервые получены прямые минералогические и геохимические свидетельства накопления в них ураганных количеств Cd (до 225 ppm), Zn (1500 ppm) и Mo (до 180 ppm), а также Ni, V, Cr и U (суммарно до 3200 ppm). Доказана ключевая роль биогенного источника в транспорте металлов в осадки. Таким образом, не только шельфовые карбонаты, образовавшиеся в обстановках высокой биопродуктивности и сероводородного заражения, но и их позднейшие дериваты – известняки и доломиты – способны аккумулировать колоссальные количества Zn и Cd, и выступать протолитами для Pb-Zn стратиформных месторождений с высокими Zn/Pb и Cd/Zn отношениями.

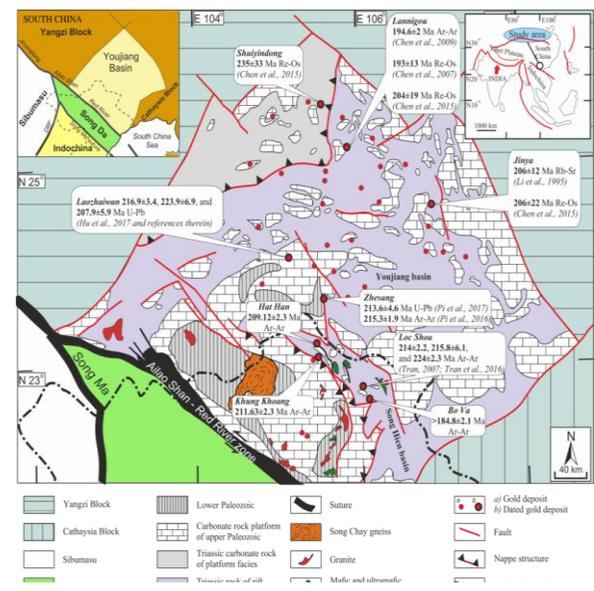
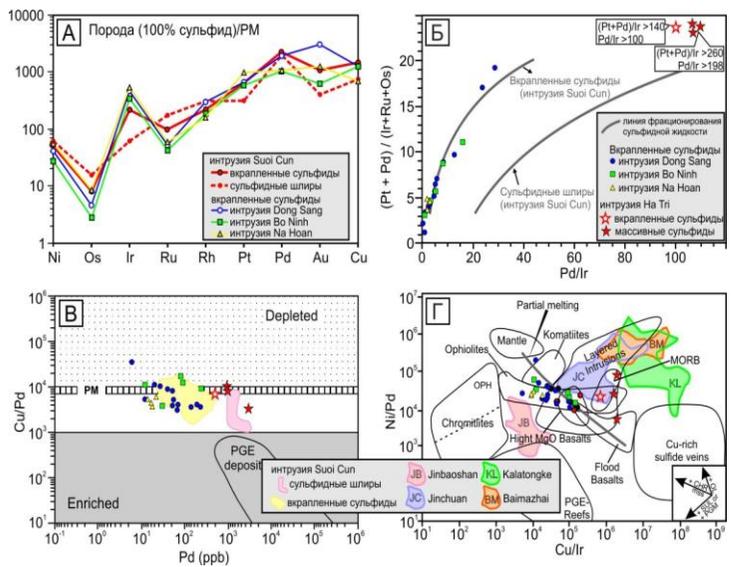


*Sokol E.V., Kozmenko O.A., Khoury H.N., Kokh S.N., Novikova S.A., Nefedov A.A., Sokol I.A., Zaikin P. Calcareous sediments of the Muwaqqar Chalk Marl Formation, Jordan: Mineralogical and geochemical evidences for Zn and Cd enrichment // Gondwana Research, 2017, 46, 204–226.*

Источник финансирования: государственное задание (проект № 0330-2016-004), проект РФФИ № 15-05-00760

Палеогеографические условиях образования, минералогические, литологические и геохимические особенности мелов формации Мувакар с аутигенной (Zn,Cd)S минерализацией.

**130-2. Исследование минерального, химического и изотопного состава руд и магматических пород Северо-Восточного Вьетнама** показало связь золото-сульфидных месторождений в углеродистых терригенно-карбонатных толщах с Индосинийским орогенезом и их синхронность с формированием месторождений карлин типа на территории южного Китая, а также выявило потенциально новый ЭПГ-Cu-Ni рудоносный район в структуре Шонгхиен, связанный с небольшими перидотит-габбровыми интрузиями комплекса Каобанг, в которых сульфиды были сегрегированы из неистощенных ЭПГ магм и взаимодействовали со значительным объемом недеплетированного базальтового расплава.



**Nevolko P.A., Tran T.H., Redin Yu.O., Tran T.A., Ngo T.P., Vu H.L., Dultsev V.F., Pham T.D., Ngo T.H. Geology, mineralogy, geochemistry and  $\delta^{34}\text{S}$  of sedimentary rock-hosted Au deposits in Song Hien structure, NE Vietnam // Ore Geology Reviews, 2017, vol., 84, pp. 273-288.**

**Nevolko P.A., Tran T.H., Yudin D.S., Ngo T.P. Ar-Ar ages of gold deposits in the Song Hien domain (NE Vietnam): Tectonic settings and comparison with Golden Triangle in China in terms of a single metallogenic province // Ore Geology Reviews. 2017. V. 89, pp. 544-556**

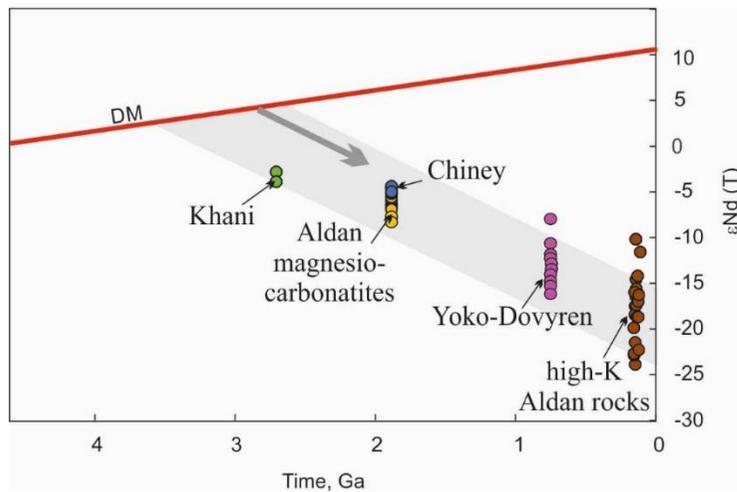
**Svetlitskaya T.V., Nevolko P.A., Ngo T.P., Tran T.H., Izokh A.E., Shelepaev R.A., Bui A.N., Vu H.L. Small-intrusion-hosted Ni-Cu-PGE sulfide deposits in northeastern Vietnam: Perspectives for regional mineral potential // Ore Geology Reviews. 2017. V. 86, p. 615–623.**

Распределение Ni, Cu и ЭПГ в сульфид-содержащих ультрамафит-мафитовых интрузиях комплекса Каобанг (А–В) и сопоставление минерализованных интрузий северо-восточного Вьетнама и Китая.

Региональная геологическая карта Юго-Западного Китая и Северного Вьетнама.

### 130-3. Позднеархейская аномальная мантия – источник перспективных рудоносных комплексов Алданского щита и его обрамления

Проведены геохронологические (U-Pb, SHRIMP II датирование цирконов), минералогические, термобарогеохимические и изотопно-геохимические исследования магнетит-апатит-доломитовых пород Селигдарского месторождения и Усть-Чульманского проявления Нимнырской апатитоносной зоны (Алданский щит). Доказано, что образование пород происходило из магнезиокарбонатитового расплава, содержащего сульфаты, хлориды и фториды Na и K и алюмосиликатные компоненты (до 10 мас. %). Установлено, что источником магм был изотопно-аномальный резервуар, который обогащался относительно деплетированной мантии в период ~2,7-3,0 млрд лет. Его плавление происходило в неоархее, с формированием карбонатитов Хани, в палеопротерозое, с образованием магнезиокарбонатитов Нимнырской зоны, и в мезозое, со становлением многочисленных интрузий высококалиевых пород Алданского щита.



Эволюция изотопного состава неодима во времени для предполагаемого источника магнезиокарбонатитов Алдана (Doroshkevich et al., in press). Данные для габбро Чинейского массива (Гонгальский и др., 2008), пироксенитов Хани (Vladykin et al., 2005), высококалиевых пород Алдана (Bogatikov et al., 1994, Mitchell et al., 1994; авторские неопубликованные данные), пород Йоко-Довыренского массива (Арискин и др., 2015).

*Prokopyev, I.R., Doroshkevich, A.G., Ponomarchuk, A.V., Sergeev, S.A. Mineralogy, age and genesis of apatite-dolomite ores at the Seligdar apatite deposit (Central Aldan, Russia) // Ore Geol. Rev. 2017. V.81, 296–308.*

*Prokopyev I.R., Doroshkevich A.G., Redina A.A., Obukhov A.V. Magnetite-apatite-dolomitic rocks of Ust-Chulman (Aldan shield, Russia): Seligdar-type carbonatites? // Miner Petrol. 2017*

*Doroshkevich A.G., Prokopyev I.R., Izokh AE, Klemd R., Ponomarchuk A.V., Nikolaeva IV., Vladykin NV. Isotopic and trace element geochemistry of the Seligdar magnesiocarbonatites (South Yakutia, Russia): Insights into the mantle evolution underlying the Aldan-Stanovoy shield // Journal of Asian Earth Sciences. 2017.*

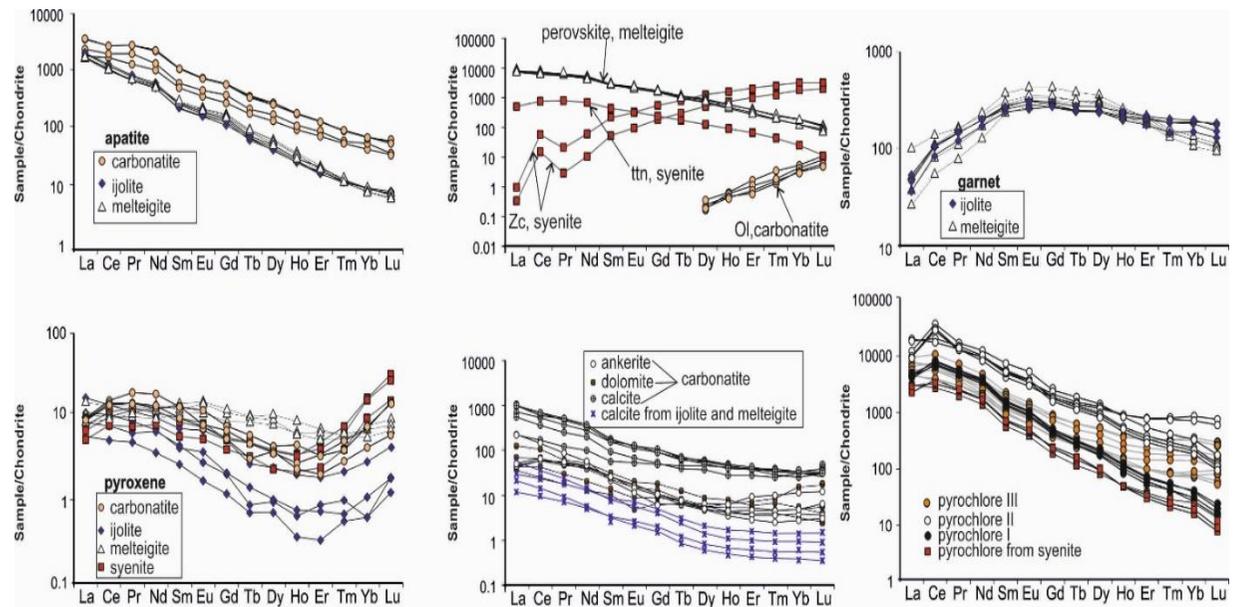
## 130-4. Петрогенетические механизмы формирования карбонатитов как ключ к пониманию их ниобий-цирконий-редкоземельной потенциальной рудоносности и возможного пересмотра их ресурсного потенциала

Проведено минералогическое, петрологическое и термобарогеохимическое исследование пород щелочного карбонатитового комплекса Белая Зима (Иркутская область). Экстремальное обогащение карбонатитов РЗЭ, Nb и Zr связано с процессом фракционной кристаллизации первичной карбонатизированной силикатной магмы, а не жидкостной силикатно-карбонатной несмесимости. Ранняя кристаллизация Nb- и Zr- минералов снизила концентрацию этих элементов в остаточном расплаве, в то время как обогащение РЗЭ продолжилось с формированием карбонатитов, содержащих рудные концентрации РЗЭ и обедненных Zr и Nb. Эволюция карбонатитового расплава сопровождалась обогащением щелочами (главным образом, натрием) и летучими компонентами (Cl, F и H<sub>2</sub>O).

*Doroshkevich, A.G., Veksler, I.V., Klemd, R., Khromova, E.A. and Izbrodin, I.A. 2017. Trace-element composition of minerals and rocks in the Belaya Zima carbonatite complex (Russia): Implications for the mechanisms of magma evolution and carbonatite formation // Lithos. 2017. V. 284-285, pp.91-108.*

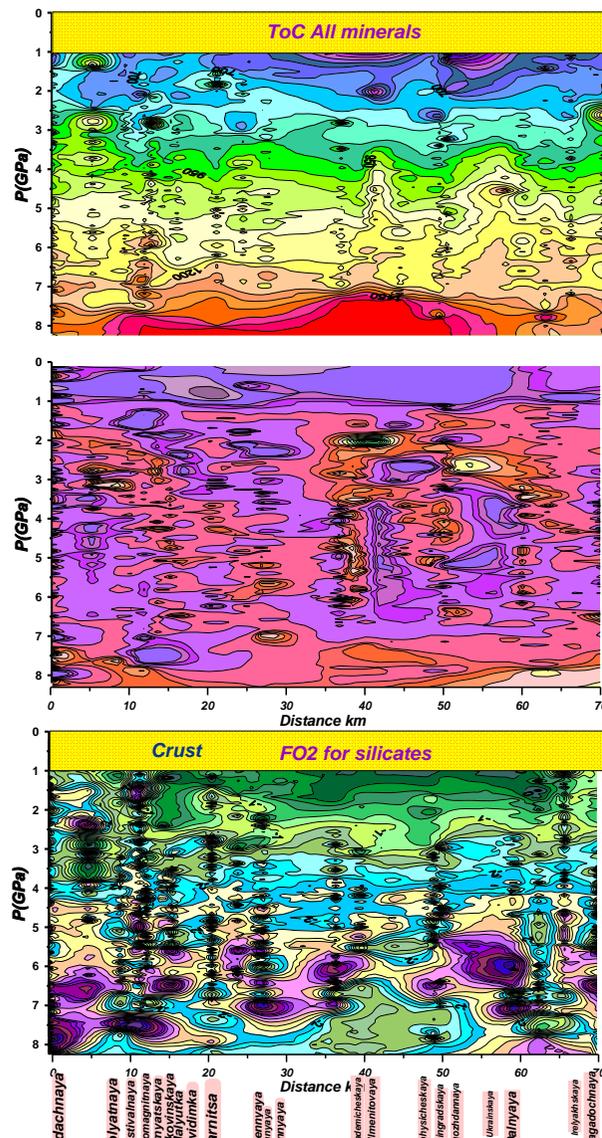
*Хромова Е.А., Дорошкевич А.Г., Шарыгин В.В., Избродин И.А. Особенности эволюции состава минералов группы пироклора в карбонатитах Белозиминского массива (Восточный Саян) // ЗРМО. 2017. № 1, 84-102.*

*Sharygin V.V, Doroshkevich, A.G. Mineralogy of secondary olivine-hosted inclusions in calcite carbonatites of the Belaya Zima alkaline complex, Eastern Sayan, Russia: evidence for late-magmatic Na-Ca-rich carbonate composition // Journal Geological Society of India. 2017., V. 90, pp.524-530*



Графики нормированных к хондриту (McDonough and Sun, 1995) содержаний РЗЭ в минералах из щелочных силикатных пород и карбонатитов комплекса Белая Зима.

## 130-5. Определены закономерности пространственного размещения наиболее продуктивных кимберлитовых трубок в Далдынском алмазоносном поле Якутии



По глубинным включениям, выносимыми кимберлитами, определены равновесные температуры, давления и окислительно-восстановительные условия в верхней мантии, в результате построен профиль определенных мантийных параметров для Далдынского кимберлитового поля. Распределение интенсивных параметров в литосферной мантии соответствует антиклинальному поднятию, а наиболее продуктивные и большие трубки располагаются на периферии структуры.

*Ashchepkov I.V., A.M. Logvinova, T. Ntaflos, N.V. Vladykin, H. Downes Alakit and Daldyn kimberlite fields, Siberia, Russia: Two types of mantle sub-terranes beneath central Yakutia?// Geoscience Frontiers, V. 8, I. 4, 2017, Pp. 671-692.*

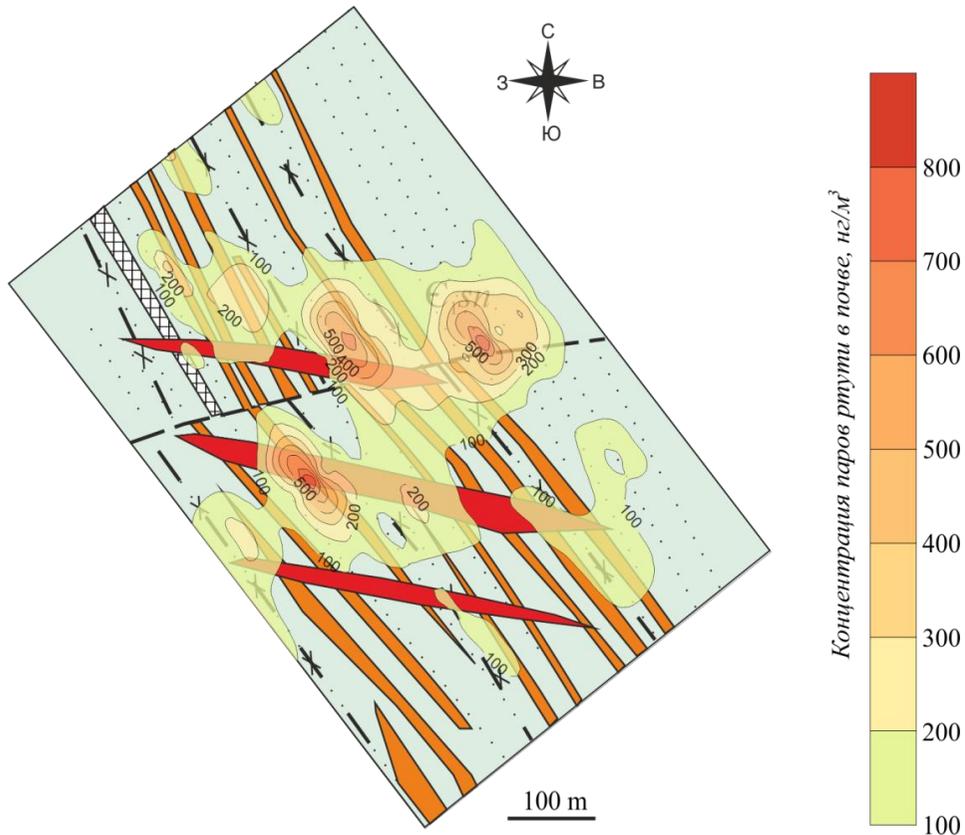
Мантийный разрез от тр. Удачная до тр. Загадочная

### 130-6. Применение портативного газортутного анализатора для поиска «слепых» рудных тел для месторождений Салаирского кряжа – перспективный «бюджетный» метод поиска и разведки низкотемпературных руд золота.

Детальное изучение минерального состава руд месторождения золота Новолушниковского и определение химического

состава рудных минералов показало значительные концентрации ртути в минералах (до 20 мас.%), послужившее предпосылкой для проведения опытно-методической газортутной съемки на площади месторождения, которая показала высокую эффективность при обнаружении слепых рудных тел. Применение атмогеохимических методов поиска, с учетом их оперативности и низкой себестоимости, может существенно облегчить поисковые работы на месторождениях цветных и благородных металлов, в рудах которых в той или иной степени проявлена ртутная минерализация.

*Неволько П.А., Фоминых П.А. Опыт-методическая газортутная съемка на Новолушниковском золоторудном месторождении (Салаирский кряж) // Разведка и охрана недр. 2017. № 6. С. 17-20.*



Карта аномалий концентрации паров ртути со значениями более 100 мг/м<sup>3</sup>, совмещенная с фрагментом схематической геологической карты Новолушниковского месторождения