

X Рабочее совещание Russian Ridge'2017

Санкт-Петербург 1—2 июня 2017 года

Тема совещания: Срединно-океанические хребты: новые данные о геологическом строении, рудоносности и экологии гидротермальных систем









© ФГБУ «ВНИИОкеангеология», 2017 © VNIIOkeangeologia, 2017

Программа совещания



1 июня Конференц-зал ВНИИОкеангеология

- 9:30 *Каминский В. Д.* (ВНИИОкеангеология) **Приветствие**
- 9:30—9:50 *Черкашёв Г. А.* (ВНИИОкеангеология) **Вступительная лекция**
- 9:50—10:10 Силантьев С. А. (ГЕОХИ РАН) Отчет национального корреспондента России в InterRidge
- 10:10—10:30 Силантьев С. А., Кубракова И. В., Тютюнник О. А. (ГЕОХИ РАН) Геохимия сидерофильных и халькофильных элементов в абиссальных перидотитах как отражение взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов в срединно-океанических хребтах
- 10:30—10:50 Базылев Б. А., Бычкова Я. В. (ГЕОХИ РАН, МГУ) Оценки содержания захваченного расплава и его состава в дунитах Срединно-Атлантического хребта
- 10:50—11:10 Кофе
- 11:10—11:30 Перцев А. Н., Жиличева О. М. (ИГЕМ РАН) Химическая неоднородность циркона в породах внутренних океанических комплексов
- 11:30—11:50 Шишкина Т. А., Портнягин М. В., Мигдисова Н. А., Сущевская Н. М. (ГЕОХИ РАН) Систематика халькофильных элементов в толеитах различных сегментов района тройного сочленения Буве (Южная Атлантика)
- 11:50—12:10 Сущевская Н. М., Меланхолина Е. Н., Беляцкий Б. В. (ГЕОХИ РАН, ГИН РАН, ВСЕГЕИ) Роль мезозойского плюма Тристан в возникновении, эволюции и геохимической специфике подводных поднятий Южной Атлантики
- 12:10—12:30 Мигдисова Н. А., Буйкин А. И., Шишкина Т. А. (ГЕОХИ РАН) Гетерогенность первичных расплавов района тройного сочленения Буве по результатам исследований летучих компонентов





Санкт-Петербург 1—2 июня 2017

- 14:00—14:20 Соколов С. Ю., Силантьев С. А. (ГИН РАН, ГЕОХИ РАН) Анализ характера распределения геохимических параметров перидотитов САХ вдоль его оси и положения подошвы сейсмотомографической аномалии
- 14:20—14:40 Буйкин А. И., Силантьев С. А., Норр Ј., Trieloff М. (ГЕОХИ РАН, Гейдельбергский университет, Германия) Благородные газы и главные летучие в закалочных корках базальтов Срединно-Атлантического хребта в районе 20°—22°30' с. ш.
- 14:40—15:00 Грязнова А. С., Силантьев С. А., Бельтенёв В. Е. (ГЕОХИ РАН, МГУ, ПМГРЭ) Петрография и петрохимия пород фундамента САХ на 17°30'—17°35' с. ш., собранных в 37-м рейсе НИС «Профессор Логачёв»
- 15:00—15:20 Краснова Е. А., Силантьев С. А., Портнягин М. В., Ермаков Я. Ю., Вернер Р., Хёрнле К. (ГЕОХИ РАН, МГУ, GEOMAR) Природа ультраосновных ксенолитов впадины Ингенстрем, северо-запад Тихого океана: вещество мантийного клина или древней литосферы Тихоокеанской плиты?
- 15:20—15:40 Кофе
- 15:40—16:00 Шарков Е. В. (ИГЕМ РАН) Сходства и различия нижней коры океанов и задуговых морей: свидетельства по впадине Маркова (Срединно-Атлантический хребет) и Войкарской офиолитовой ассоциации (Полярный Урал)
- 16:00—16:20 Леднева Г. В., Базылев Б. А., Кузьмин Д. В. (ГИН РАН, ГЕОХИ РАН, ИГМ СО РАН) Расслоенный дунит-троктолит-габбровый комплекс офиолитов Куюльского террейна (Корякское нагорье, Россия): сопоставление с плутоническими породами центров океанического и задугового спрединга
- 16:20—16:40 Пискарев А. Л., Павлов С. П., Савин В. А., Элькина Д. В. (ВНИИ-Океангеология) Строение хребта Гаккеля в зоне перехода от Евразийского бассейна к континентальному склону моря Лаптевых
- 16:40—17:00 Артемьева Д. Е., Гусев Е. А., Виноградов В. А. (ВНИИОкеангеология) Новые данные о строении рифтовой долины и рифтовых гор прилаптевоморской части хребта Гаккеля
- 17:00—17:20 Сухих Е. А., Капустина М. В. (ГИН РАН, АО ИО РАН) Деформационные процессы в осадочном чехле трансформного разлома Вернадского (7°44' N) в области примыкания к оси САХ (по данным акустического профилирования в 33-м рейсе НИС «Академик Николай Страхов», АО ИО РАН, 2016)
- 17:20 Фирстова А. В. (ВНИИОкеангеология) Информационное сообщение об изучении первого глубоководного сульфидного месторождения Сольвара-1 (по материалам сотрудничества с компанией Nautilus Minerals)

2 июня Конференц-зал ВНИИОкеангеология

- 9:30—9:50 Бельтенёв В. Е. (ПМГРЭ) Работы ПМГРЭ и ВНИИОкеангеология на ГПС в приэкваториальной зоне САХ (1985—2016): обзор основных результатов
- 9:50—10:10 Андреев С. И., Бабаева С. Ф., Казакова В. Е., Романова Л. Н. (ВНИИОкеангеология) Особенности геолого-тектонического строения и рудогенеза в пределах РРР-ГПС (САХ)
- 10:10—10:30 Бабаева С. Ф., Кондратенко А. В., Андреев С. И., Добрецова И. Г., Суханова А. А. (ВНИИОкеангеология, ПМГРЭ, Горный университет) Влияние изменчивости вещественного состава и физических свойств на оценку ресурсного потенциала океанических сульфидных руд
- 10:30—10:50 Габлина И. Ф. (ГИН РАН) Морфогенетические типы сульфидных руд в Российском разведочном районе САХ
- 10:50—11:10 Кофе
- 11:10—11:30 Добрецова И. Д. (ПМГРЭ) Результаты, полученные в рейсе № 2 ОС «Янтарь» в пределах Российского разведочного района 17°—18° с. ш. (САХ)
- 11:30—11:50 Амплиева Е. Е., Иванов В. Н., Бельтенёв В. Е., Крупская В. В., Ковальчук Е. В., Чернов М. С., Булыгина Л. Г. (ИГЕМ РАН, ПМГРЭ, МГУ) Железистые корки гидротермальных сульфидных полей северной части Срединно-Атлантического хребта
- 11:50—12:10 Мурзина Р. Р., Перцев А. Н. (ИГЕМ РАН) Мантийные перидотиты, тектонически вскрытые в Срединно-Атлантическом хребте в широтном интервале 17°—17°10' с. ш.
- 12:10—12:30 Сколотнев С. Г. (ГИН РАН) Тектонические условия формирования магматического комплекса горы Пейве в гребневой зоне Срединно-Атлантического хребта (Центральная Атлантика)
- 12:30—14:00 Обед
- 14:00—14:20 Дубинин Е. П., Грохольский А. Л., Агранов Г. Д. (МГУ) Влияние термических аномалий на структурообразующие деформации Юго-Восточного Индийского хребта (по результатам физического моделирования)
- 14:20—14:40 Сергеева В. М., Агранов Г. Д., Лейченков Г. Л., Дубинин Е. П., Грохольский А. Л. (ВНИИОкеангеология, МГУ, СПбГУ) Ранний этап океанического раскрытия между Австралией и Антарктидой и формирование рельефа дна в условиях ультрамедленного спрединга





- 14:40—15:00 Артамонов А. В., Добролюбова К. О., Турко Н. Н., Абрамова А. С. (ГИН РАН) Соотношение спрединговых и внутриплитных тектоно-магматических структур на океаническом дне в центральной части Индийского океана
- 15:00—15:20 Добролюбова К. О., Соколов С. Ю., Абрамова А. С. (ГИН РАН) Эволюция клиновидных спрединговых бассейнов, формирующихся на океанической литосфере, по данным аномального магнитного поля
- 15:20—15:40 Кофе
- 15:40—16:00 Веричев С. (AllSeas, Голландия) Yme decommissioning: a first single-lift topsides removal project done by Pioneering Spirit
- 16:00—16:20 Судариков С. М. (Горный университет, ВНИИОкеангеология) Состав гидротермальных взвесей в зонах разгрузки «черных курильщиков» как индикатор условий формирования рудоносных растворов
- 16:20—16:40 Ермакова Л. А., Черкашёв Г. А. (ВНИИОкеангеология) Международно-правовое регулирование охраны окружающей среды при освоении океанских сульфидных руд: тенденции и перспективы
- 16:40—17:00 Гебрук А. В. (ИО РАН) **Проблемы охраны окружающей среды** при добыче глубоководных полиметаллических сульфидных руд
- 17:00—17:20 Крылова Е. М. (ИО РАН) Двустворчатые моллюски плиокардиины (Bivalvia: Vesicomyidae: Pliocardiinae) — индикаторы углеводородных и гидротермальных выходов
- 17:20 Галкин С. В. Демонстрация видеофильма (массив Вулканологов и вулкан Пийпа)

Ужин

Постерная сессия

- Ткачева Д. А., Сущевская Н. М., Лейченков Г. Л., Беляцкий Б. В., Brekke Н., Черкашёв Г. А. (ВНИИОкеангеология, ГЕОХИ РАН, Институт наук о Земле СПбГУ, ВСЕГЕИ, Norwegian Petroleum Directorate) Геохимические особенности и происхождение базальтов хребта Шака (Южная Атлантика)
- Петухов С., Колчина Н., Селезнев А., Попова Е., Фирстова А.(ВНИИОкеангеология) Возможности оценки минеральных ресурсов ГПС на основе моделирования рудных тел (Micromine) и метода «Анализ диапазона ресурса» (Oracle Crystal Ball) (на примере рудного поля Победа-1)
- Галкин С. В., Виноградов Г. М., Михайлик П. Е., Ивин В. В., Гебрук А. В. (ИО РАН, ДВГИ ДВО РАН, ННЦМБ ДВО РАН) Гидротермальная активность и донная фауна вулкана Пийпа

- Шулятин О. Г., Кременецкий А. А., Трухалев А. И. (ВНИИОкеангеология, ИМГРЭ) О геологической предыстории Срединно-Атлантического хребта и области Центрально-Арктических поднятий Северного Ледовитого океана по изотопно-геохронологическим и геологическим данным
- *Трухалев А. И., Шулятин О. Г.* (ВНИИОкеангеология) **История формирования Евразийского бассейна Северного Ледовитого океана свидетельства в пользу концепции расширяющейся земли**





АНАЛИЗ ХАРАКТЕРА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЕРИДОТИТОВ САХ ВДОЛЬ ЕГО ОСИ И ПОЛОЖЕНИЯ ПОДОШВЫ СЕЙСМОТОМОГРАФИЧЕСКОЙ АНОМАЛИИ

Соколов С. Ю.¹, Силантьев С. А.²

¹ ГИН РАН, Москва ² ГЕОХИ РАН, Москва

Исследования скоростной структуры мантии методом сейсмической томографии в конце 1980-х с детальностью гармоник до 12-го порядка показывали глубину осевой отрицательной аномалии под САХ, равной 500-600 км. Современные модели скоростной структуры по данным S-волн [3], имеющие в сферических гармониках детальность 31-го порядка и выше, показывают глубину «горячей» зоны, равную ~150 км, близко к глубине солидуса. Глубже осевая аномалия не прослеживается. Модели этого поколения позволяют предпринять сравнительный анализ новейших данных сейсмической томографии с геохимическими параметрами, отражающими глубинные характеристики мантийного вещества, условия отделения расплавов и геохимическую природу мантийных источников. В дальнейшем увеличение детальности может привести к более мелким значениям глубины осевой аномалии. Для сопоставления нами была выбрана модель SL2013sv [4], для которой был построен разрез вдоль оси САХ в диапазоне глубин модели от 25 до 700 км и спроецирован на ось широт. Этот разрез использован в рис. 1—3.

Для данных из работы [1] Дмитриевым Л. В. и Плечовой А. А. в программе PETROLOG [2] были рассчитаны значения давлений и соответствующих им глубин отделения магматических расплавов от мантийных источников магматизма САХ. Сопоставление полученных значений для плюмовой ассоциации базальтов с разрезом (рис. 1) показывает, что конфигурация нижней границы облака точек имеет три области с явным заглублением: это Исландская, Азорская и Южно-Атлантическая плюмовые аномалии. Они значимо коррелируют с формой подошвы отрицательной аномалии вдоль САХ, которая для S-волн указывает на разогретое и частично расплавленное состояние мантии. Сопоставление этих материалов показывает, что томографические модели верхней мантии современной детальности уже могут служить основой для сопоставления с геохимическими характеристиками и для прогноза этих характеристик в областях без опробования пород океанического фундамента.

Характер распределения вдоль оси САХ величины отношения Sm/Nd в мантийных перидотитах (рис. 2) показывает, что область низких значений этого параматера в образцах, полученных в экспедициях ГЕОХИ РАН и не только, расположена в районе разлома 15°20'. Он известен высокой степенью деплетированности мантии, однако наличие минимума Sm/Nd в некоторых мантийных перидотитах этого района указывает на участие в магматизме рифтовой долины мантийных резервуаров, непохожих в





Рис. 1. Распределение вдоль САХ от -55° до 80° с. ш.: А — глубины отделения расплавов базальтов плюмовой ассоциации TOP-1 [1]; В — разрез вариаций скоростей S-волн модели SL2013sv [4] вдоль оси САХ



Рис. 2. Распределение вдоль САХ от -55° до 80° с. ш.: А — значения отношения Sm/Nd в перидотитах; В — разрез вариаций скоростей S-волн модели SL2013sv [4] вдоль оси САХ



Рис. 3. Распределение вдоль CAX от -55° до 80° с. ш.: А — значения отношения $^{143}\rm Nd/^{144}\rm Nd$ в перидотитах; В – разрез вариаций скоростей S-волн модели SL2013sv [4] вдоль оси CAX

геохимическом отношении на источники магматизма типа DMM. С другой стороны, в том же районе осевой зоны CAX присутствуют экстремально деплетированные реститовые перидотиты, характеризующиеся очень высоким Sm/Nd, своим происхождением обязанные повторным циклам плавления, свойственным хребтам с медленным спредингом. Данный район расположен над боковой ветвью плюма Кабо-Верде (ответвление Африканского суперплюма), которая видна в интервалах глубин 400—700 км и оказывает влияние на все геологические процессы региона в целом как минимум с верхнего мела. Это выражено в рельефе дна, гравитационных и магнитных аномалиях.



Распределение отношения ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd (рис. 3) с низкими значениями в области разлома 15°20' показывает наличие следов субконтинентальной мантии, инкорпорированной в мантийные источники. Данный район находится на стыке сегментов САХ, разница возраста старта спрединговых процессов между которыми составляет ~55 Ма. Район к северу от 15°20' долгое время развивался, примыкая к Южной Америке, еще не разъединенной с Африкой. Эта область на томографическом разрезе показана предельно малоглубинными и «холодными» значениями поля скоростей непосредственно над боковыми ветвями плюма Кабо-Верде. Аналогичные мантийные линзы, но без сильного плюмового влияния расположены под всем экваториальным сегментом САХ.

Работа выполнена в рамках темы «Опасные геологические процессы в Мировом океане: связь с геодинамическим состоянием коры и верхней мантии и новейшими движениями в океане» (государственная регистрация № 0135-2016-0013), а также при поддержке РФФИ (грант №15-05-05888), программ Президиума № 3 «Мировой океан – многомасштабность, многофазность, многопараметричность», подпроект «Детекция аномалий гидрофизических свойств водной толщи сонарными данными многолучевых эхолотных систем»", № 15 «Природные катастрофы и адаптационные процессы в условиях изменяющегося климата и развития атомной энергетики».

ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитриев Л. В., Соколов С. Ю., Плечова А. А. Статистическая оценка вариаций состава и Р-Т условий эволюции базальтов срединно-океанических хребтов и их региональное распределение // Петрология. 2006. Т. 14. № 3. С. 227—247.

2. Danyushevsky L. V., Sobolev A. V., Dmitriev L. V. Estimation of pressure of crystallization and H₂O content of MORB and BABB glasses: calibration of an empirical technique // Mineralogy and Petrology. 1996. Vol. 57. P. 185—204.

3. Lebedev S., Van Der HilstR. D. Global upper-mantle tomography with the automated multimode inversion of surface and S-wave forms // Geophysical Journal International. 2008. Vol. 173. No. 2. P. 505—518.

4. *Schaeffer A. J., Lebedev S.* Global shear speed structure of the upper mantle and transition zone // Geophysical Journal International. 2013. Vol. 194. No. 4. P. 417—449.



ANALYSIS OF THE DISTRIBUTION OF GEOCHEMICAL FEATURES OF MAR PERIDOTITES ALONG ITS AXIS AND FOOTWALL POSITION OF SEISMIC TOMOGRAPHY ANOMALY

Sokolov S. Yu.¹, Silantyev S. A.²

¹ GIN RAS, Moscow
² Vernadsky Institute RAS, Moscow

Investigation of mantle seismic velocity structure by the methods of seismic tomography at the end of 1980-s with the precision 12-th order of spherical harmonics had shown the depth of MAR axial negative velocities anomaly up to 500—600 km. Modern models of mantle velocity structure from shear wave data having precision of spherical harmonics about 31-st order and higher, shows the depth of "hot" area equal to ~150 km, close to solidus depth. An axial anomaly do not detected deeper. The models of this generation allows to make comparative analysis of new tomography data with geochemical parameters, that reflects deep characteristics of mantle substance, conditions of melt separation and geochemical nature of mantle sources. Further the increase of tomography precision could bring shallower values of the axial anomaly depth. For comparison we have chosen model SL2013sv [4], for which we compile a section along MAR axis within the limits from 25 to 700 km and made a projection of it to latitude axis. This section was used for figures 1—3.

The data from [2] were used by Dmitriev L. V. and Plechova A. A. in PETROLOG environment [1] for calculation of pressure values and corresponding depths of magmatic melts separation from mantle sources of MAR magmatic edificeis. Correlation of values obtained for plume association of basalts with section (Fig. 1) shows, that configuration of lower margin of points cloud has three areas with obvious deepening: Iceland, Azores and South Atlantic plume anomalies. They has considerable correlation with the form of MAR negative anomaly bottom, which for shear wave points to heated and partially melted state of mantle.



Fig. 1. The distribution along MAR from -55° S to 80° N: A — depths of melt separation for basalts of plume association TOR-1 [2]; B — the section of shear waves velocity variation of SL2013sv model [4] along MAR axis

140

Overview of these data shows, that tomography models of upper mantle of modern precision could already provide the basis for geochemical parameters interpretation and for prediction of them into the areas with no oceanic bottom sampling.

The distribution form along MAR axis of Sm/Nd ratio values in mantle peridotites (Fig. 2) shows, that the area of low values of this parameter in samples, collected in Vernadsky Institute RAS expeditions and other, is located in the vicinity of 15°20' transform fault zone. This area is known having high degree of mantle depletion, however, the presence of Sm/Nd minimum in some mantle peridotites of this area points to the involvement in MAR rift magmatism of mantle reservoir, not geochemically similar to the magmatic sources of DMM type. From the other hand, in the same area of MAR axial segment exists extremely depleted restite perodotites, which are characterized by high Sm/Nd values originated from repeating melt cycles, normal for slow spreading ridges. This area is located above the lateral branch of Cape Verde plume (the branch of African superplume), which is seen in the depth intervals 400—700 km and creates influence on all geological processes of total region at least from Upper Cretaceous. This influence is expressed in bottom relief, gravity and magnetic anomalies.

Russian Ridge St. Petersburg 1–2 June, 2017









Fig. 3. The distribution along MAR from -55° S to 80° N: A — 143 Nd/ 144 Nd ratio values for peridotites; B — the section of shear waves velocity variation of SL2013sv model [4] along MAR axis



signatures, incorporated into mantle sources. This area is located at the junction of MAR segments, that have the difference of spreading start age equal to \sim 55 Ma. The area to the north from 15°20' transform fault zone have been developing for a long time having contact to South America still not separated from Africa. This area on the tomography section is shown as extremely shallow and "cold" velocity lens above the lateral branch of Cape Verde plume. Similar mantle lenses but without strong plume influence are located under whole equatorial MAR segment.

REFERENCES

1. Danyushevsky L. V., Sobolev A. V., Dmitriev L. V. Estimation of pressure of crystallization and H_2O content of MORB and BABB glasses: calibration of an empirical technique // Mineralogy and Petrology. 1996. Vol. 57. P. 185—204.

2. Dmitriev L. V., Sokolov S. Yu., Plechova A. A. Statistical Assessment of Variations in the Compositional and P-T Parameters of the Evolution of Mid-Oceanic Ridge Basalts and Their Regional Distribution // Petrology. 2006. Vol. 14. No. 3. P. 227—247.

3. *Lebedev S., Van Der Hilst R. D.* Global upper-mantle tomography with the automated multimode inversion of surface and S-wave forms // Geophysical Journal International. 2008. Vol. 173. No. 2. P. 505—518.

4. *Schaeffer A. J., Lebedev S.* Global shear speed structure of the upper mantle and transition zone // Geophysical Journal International. 2013. Vol. 194. No. 4. P. 417—449.