

# 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 H., 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**





## ЭВОЛЮЦИЯ КЛИНОВИДНЫХ СПРЕДИНГОВЫХ БАССЕЙНОВ, ФОРМИРУЮЩИХСЯ НА ОКЕАНИЧЕСКОЙ ЛИТОСФЕРЕ, ПО ДАННЫМ АНОМАЛЬНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Добролюбова К. О., Соколов С. Ю., Абрамова А. С.

ГИН РАН, Москва

Клиновидные спрединговые бассейны — Галапагосский и восточный сегмент Юго-Западного Индийского хребта (ЮЗИХ) — представляют собой уникальные объекты, которые могут служить маркерами глобальных геодинамических перестроек. Возникновение ЮЗИХ между 60°43' в. д. и точкой тройного сочленения Родригес (70° в. д.) связывают с глобальной реорганизацией, стартовавшей в Индийском океане ~41 млн лет. Раскрытие бассейна датируют ~30 млн лет (С10) [Sclater et al., 1981]. Длина бассейна составляет около 1050 км, при ширине раскрытия ~600 км. Глубины в рифтовой долине достигают 5,7 км, расчлененность рельефа составляет около 4 км. Спрединг имеет ортогональный вид без трансформных смещений. Сформированный спрединговый океанический субстрат зафиксирован в конфигурации аномального магитного поля (АМП) (рис. 1).

В данном сегменте ЮЗИХ не фиксируется линейной сейсмоактивной зоны, которая маркирует дивергентную границу плит. Большинство решений механизмов очагов землетрясения показывают преобладание нормальных сбросов, вызванных растягивающими напряжениями.

Сейсмические данные показывают наличие в этом районе аномально тонкой коры [Minshull and White, 1996; Minshull et al., 2006; Muller et al., 1999], мощность которой составляет 4 на северном фланге хребта км и 5—5,5 км на южном фланге [Searle et al., 2007; Cannat et al., 2006].



Рис. 1. Карта линейных магнитных аномалий центральной части Индийского океана. Пунктиром обозначены границы клина восточного сегмента ЮЗИХ

ЮЗИХ характеризуется магнитным полем, менее сегментированным трансформными разломами по сравнению с Центрально-Индийским хребтом (ЦИХ) (см. рис. 1), с аномалиями 50—250 нТл, исключая осевую, величина которой на отдельных пересечениях близка к 500 нТл (Шрейдер, 2001). На ЮЗИХ спрединг носит симметричный характер и последние два миллиона лет идет со скоростью 0,65 см/год.

По характеру расположения магнитных аномалий можно предположить, что ЮЗИХ заложен по ранее существовавшему трансформному разлому и в процессе своего раскрытия претерпевал разворот по часовой стрелке, подворачивая на восток рифтовую долину ЦИХ, расположенную севернее точки тройного сочленения Родригес.

Галапагосский рифт относится к быстроспрединговым хребтам. Его протяженность составляет около 2200 км, при ширине раскрытия около 1000 км. Скорость спрединга варьируется от 4,2 до 7,2 см/год [Хаин, 2001]. Глубина рифтовой долины достигает 5400 м, расчлененность рельефа — около 3 км.

Особенностью Галапагосской спрединговой системы (ГСС) является отсутствие непосредственного контакта с Восточно-Тихоокеанским поднятием (ВТП). Расстояние от крайней точки ГСС до ВТП составляет около 50 км. Сейсмопрофилированием выявлена зона разуплотненной мантии, которая протягивается в субширотном направлении на 90 км западнее ГСС и пересекает ВТП. Подошва коры приподнята на 2—2,5 км. При этом по гравиметрическим данным не фиксируется каких-либо существенных положительных аномалий в этом районе [Кашинцев, 2009].

Для ГСС характерно абсолютное преобладание мелкофокусных землетрясений и их незначительная плотность. Анализ решений фокальных механизмов землетрясений показывает, что основными процессами, обуславливающими кинематику спрединговой системы, являются сдвиги.

Возникновение обеих клиньев сопряжено с изменением вектора движения крупной литосферной плиты к северу или югу от оси клина. Для ЮЗИХ — 41 млн лет, для ГСС — 70 млн лет, что совпадает с началом раскрытия Лабрадорского рифта. Линейные магнитные аномалии, формирующиеся в клиньях, начиная с момента их раскрытия сопрягаются с одновозрастными аномалиями к северу и югу от бортов клина.



Киззіал Ridge Санкт-Петербург 1—2 июня 2017



#### Выводы

Спрединговые системы ГСС и ЮЗИХ сформировались при изменении вектора движения крупнейших литосферных плит, изменивших конфигурацию рифтовых систем.

Несмотря на разные скорости спрединга, ГСС и восточная часть ЮЗИХ обладают сходной морфологией, которая формируется в условиях пространства, раскрывающегося в результате изменения векторов движения плит к северу или югу от оси клина.

ГСС и ЮЗИХ характеризуются похожими сейсмическими условиями (мелкофокусные землетрясения и преобладание напряжений растяжения).

Обе системы, вероятно, заложены по ослабленным зонам, предположительно трансформным разломам, и ортогональны к ВТП и ЦИХ.

По данным аномального магнитного поля, ЮЗИХ раскрывается симметрично.

Раскрытие ГСС осложнено наложением высокопродуктивного магматического источника.



## EVOLUTION OF SPREADING BASINS BASED ON WEDGE-SHAPED PATTERN OF ANOMALOUS MAGNETIC FIELD DATA

Dobrolyubova K. O., Sokolov S. Yu., Abramova A. S.

GIN RAS, Moscow

Wedge-shaped spreading centers – Galapagos and eastern Southwest Indian Ridge (SWIR) are unique features that can indicate global geodynamic rearrangements. The formation of the eastern slow-spreading segment of the SWIR between 60°43'E and Rodriguez Triple Junction (RTJ) (70° E) is associated with a global plate reorganization that started in the Indian Ocean ~41 million years ago. Basin opening dates ~30 m.y. (C10) [Sclater et al., 1981]. The length of the basin is about 1050 km and the opening width is ~600 km. The ocean depth in the rift valley reaches 5.7 km, with the depth changes of 4 km. Orthogonal spreading center has no transform faults. The linear configuration of the anomalous magnetic field (AMF) indicates oceanic crust (Fig. 1).

In this segment of SWIR, there is no fixed linear seismically active zone that marks the divergent plate boundary. The earthquake focal mechanism solutions show the predominance of normal faulting caused by strain tension.

Seismic data shows that the crustal thickness in this region is abnormally thin [Minshull and White, 1996; Minshull et al., 2006; Muller et al., 1999], having thickness of 4 km on the northern flank of the ridge, and 5—5.5 km on the southern flank [Searle et al., 2007; Cannat et al., 2006].



Fig. 1. Map of linear magnetic anomalies in the central part of the Indian Ocean. The dashed lines indicate the boundaries of the wedge on the eastern segment of SWIR





Fig. 2. Map of linear magnetic anomalies of the western part of the Pacific Ocean in the area of the GSS

SWIR is characterized by a magnetic field that is less segmented by transform faults compared to the CIR (Fig. 1), magnetic anomalies values reach 50— 250 nT, while at the spreading axis anomaly reaches 500 nT (Shreider, 2001). SWIR is characterized by symmetrical spreading with the spreading rate of 0.65 cm/year for the last two million years.

Based on magnetic anomalies pattern we suppose that the SWIR is laid on the pre-existing transform fault and in the course of axial opening underwent a clockwise rotation, shifting eastward the rift valley of the SWIR located to the north of RTJ.

The Galapagos rift refers to the fast-spreading ridges. Its length is about 2200 km, with a width of about 1000 km. The spreading rate varies from 4.2 to 7.2 cm per year (Hain, 2001). The depth of the rift valley reaches 5400 m with the relief of about 3000 m.

Galapagos spreading system (GSS) is characterized by no morphological contact with the East Pacific Rise (EPR). The distance from the morphological sign of the GSS to the EPR is about 50 km. Seismic profiling revealed the zone of the decompressed mantle, which extends in the sublatitudinal direction 90 km west of the GSS and intersects the EPR. The base of the oceanic crust is lifted by 2—2.5 km. At the same time, no significant positive anomalies in this region are recorded in the gravimetric data (Kashintsev, 2009).

The GSS is characterized by predominance of shallow-focus earthquakes and their low spatial density. Analysis of the solutions of focal mechanisms of earthquakes shows that the main processes that determine the kinematics of the spreading system are shear processes.

The origin of both AMF wedges is associated with a change in motion vector of a large lithospheric plate to the north or to the south of the wedge axis: on the SWIR — 41 million years, on SSA — 70 million years, which coincides with the beginning of the Labrador Rift opening. Wedge-shaped linear magnetic anomalies pattern starting from the basin opening, are matched with the same age anomalies to the north and to the south of the wedge sides.



Conclusions:

1. The spreading systems of GSS and SWIR were formed due to the change in the motion vector of the larg lithospheric plates, which changed the configuration of the rift systems.

2. Despite the difference in spreading rates, the GSS and the eastern part of SWIR have similar morphology, which is formed as a result of changes in the motion vectors of plates to the north or south of the wedge axis

3. GSS and SWIR are characterized by similar seismic conditions (small-focus earthquakes and prevalence of tension stresses).

4. Both systems are probably following weak crustal zones — surpassingly transform faults and both systems are orthogonal to the EPR and the CIR.

5. According to the anomalous magnetic field data of eastern SWIR, it has symmetrical opening.

6. Opening of the GCC is complicated by the imposition of a highly productive magmatic source.