

Подводные вулканы 8.1, 8.2, 8.3 и Крылатка (Курильская островная дуга)

Блох Ю.И.¹, Бондаренко В.И.², Долгаль А.С.³, Новикова П.Н.³, Петрова В.В.⁴, Пилипенко О.В.⁵, Рашидов В.А.⁶, Трусов А.А.⁷

Underwater volcanoes 8.1, 8.2, 8.3 and Krylatka (Kuril island arc)

Blokh Yu.I.¹, Bondarenko V.I.², Dolgal A.S.³, Novikova P.N.³, Petrova V.V.⁴, Pilipenko O.V.⁵, Rashidov V.A.⁶, Trusov A.A.⁷

¹ г. Москва; e-mail: yuri_blokh@mail.ru

² Костромской ГУ, г. Кострома

³ Горный институт УрО РАН, г. Пермь

⁴ Геологический институт РАН, г. Москва

⁵ Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва

⁶ Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский

⁷ АО «ГНПП Аэрогеофизика», г. Москва

Представлены результаты комплексных геолого-геофизических исследований субмеридиональной цепочки вулканов, образованной подводными вулканами 8.1, 8.2, 8.3 и Крылатка, расположенной к северу от мыса Пржевальского на о. Итуруп.

В 2021-2022 гг. авторским коллективом было продолжено изучение подводных вулканов Охотоморского склона Курильской островной дуги (КОД) [2-5]. В данной работе приведены новые результаты исследований по данному направлению.

В результате проведенных работ установлено, что субмеридиональная цепочка подводных вулканов 8.1, 8.2, 8.3 и 8.4 (Крылатка) (рис. 1), расположенная на Охотоморском склоне Курильской островной дуги (КОД), к северу от мыса Пржевальского на о. Итуруп, образует барьер, отделяющий от Курильской котловины подводную долину, протягивающуюся в северо-северо-западном направлении из района залива Куйбышевского примерно на 40-45 км.

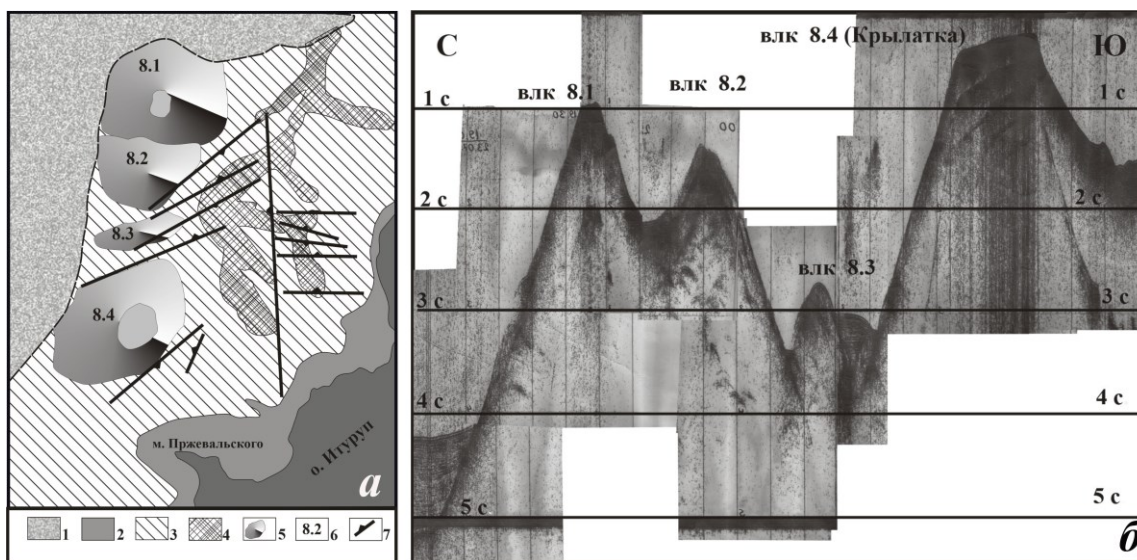


Рис. 1. Морфоструктурная схема (а) и профиль 1-1' непрерывного сейсмоакустического профилирования (б), проходящий через подводные вулканы 8.1, 8.2, 8.3 и 8.4 (Крылатка). 1 – Курильская котловина; 2 – приостровной шельф и плоские вершины подводных вулканов; 3 – приостровной склон; 4 – подводные каньоны; 5 – подводные вулканы; 6 – номера подводных вулканов по [6]; 7 – разломы. Местоположение профиля показано на рис. 4.

С востока ее ограничением является поднятие п-ова Чирип и его подводное продолжение. Ширина и глубина долины по ее простираию меняются. В северной

части она имеет V-образный поперечный профиль с крутыми бортами, признаками эрозионной деятельности в придонной части. Глубина вреза долины здесь максимальная – до 600-700 м. Ближе к острову долина выполаживается, расширяется, в сторону острова от нее ответвляется ряд более мелких подводных оврагов. Западные склоны подводных вулканов 8.1, 8.2, 8.3 и Крылатка погружаются до дна Курильской котловины на глубинах 2750-3000 м, образуя сложный, местами очень крутой уступ, протягивающийся с севера на юг примерно на 30-35 км. Кроме того, в данном районе выделяется еще ряд крупных разломов с амплитудой смещения до сотен метров. Крутизна склонов вулканических построек увеличивается от оснований к вершинам, достигая 20-25°. Относительные высоты построек изменяются от 550 м до 2500 м [6, 7].

На постройках подводных вулканов 8.1, 8.2 и Крылатка опробованы различные горные породы и железомарганцевые образования [1, 6, 7]. Породы, представленные базальтами, андезибазальтами, андезитами, дациандезитами и риолитами, относятся к (К-Na) породам нормального ряда. Железомарганцевые образования имеют гидротермальный генезис. Постройка подводного вулкана 8.3 до настоящего времени не драгировалась.

Наши исследования позволили получить 12 новых силикатных и редкоземельных составов горных пород, драгированных на описываемых подводных вулканах. Петромагнитные исследования 22 образцов, опробованных на подводном вулкане Крылатка, показали, что естественная остаточная намагниченность J_n изменяется в диапазоне от 0.1 до 11.9 А/м, а фактор Кенигсбергера – от 0.1 до 35.91.

Терромагнитный анализ по зависимости намагниченности насыщения от температуры одного образца выявил, что кривая первого нагрева имеет точку Кюри в районе 400 °С, кривая охлаждения имеет точку Кюри в районе 450 °С, а кривые второго нагрева и охлаждения также имеют точку Кюри в районе 450 °С (рис. 2). В этом образце основным носителем естественной остаточной намагниченности является титаномагнетит $Fe_{(3-x)}Ti_xO_4$ с содержанием Ti: $X \sim 0.23$. Рост намагниченности насыщения после прогрева до 650 °С и последующего охлаждения связан с протеканием гетерофазного разложения титаномагнетита и дальнейшим образованием титаномагнетита с меньшим содержанием титана $X \sim 0.13$.

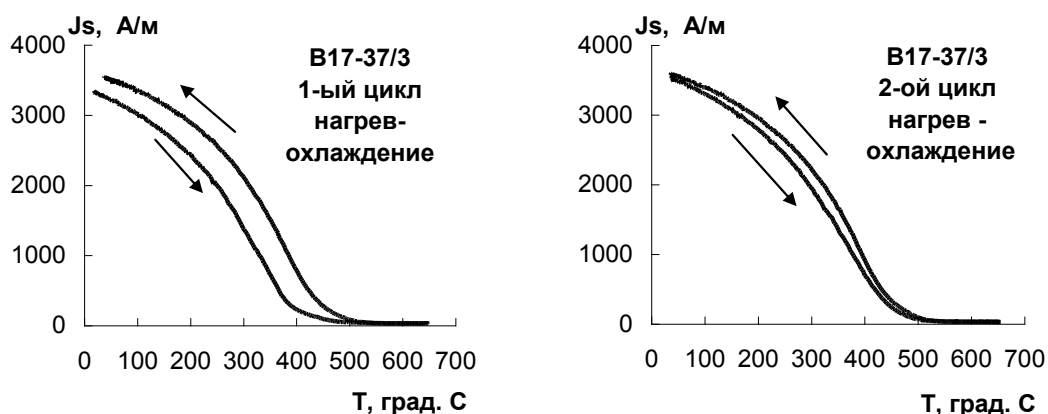


Рис. 2. Результат терромагнитного анализа по зависимости намагниченности насыщения J_s от температуры T образца В17-37/3, драгированного на подводном вулкане Крылатка. Стрелками обозначен цикл: нагрев-охлаждение.

Анализ особых точек функций с помощью интегрированной системы СИНГУЛЯР позволил предположить наличие подводящих каналов субвертикального и северо-западного направлений и периферических магматических очагов на глубинах 750-1100 м и 2750 м (рис. 3).

3D-моделирование описываемой субмеридиональной цепочки подводных вулканов показало, что эффективная намагниченность подводных вулканов 8.1 и 8.2

достигает 2 А/м, а подводного вулкана Крылатка – 1 А/м (рис. 3). При этом невязка наблюдаемого и модельного полей составила 6.3 нТл.

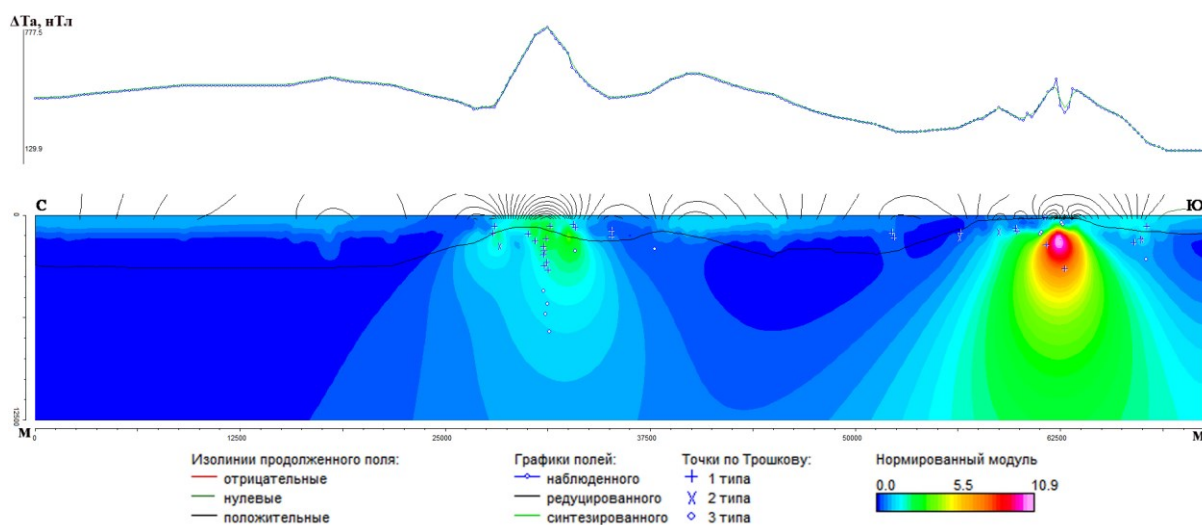


Рис. 3. Изображение, синтезированное системой СИНГУЛЯР для локализации особых точек функции, описывающей аномальные магнитные поля ΔT_a подводных вулканов 8.1, 8.2, 8.3 и Крылатка по профилю 1-1', наложенные на рельеф дна. Местоположение профиля приведено на рис. 4.

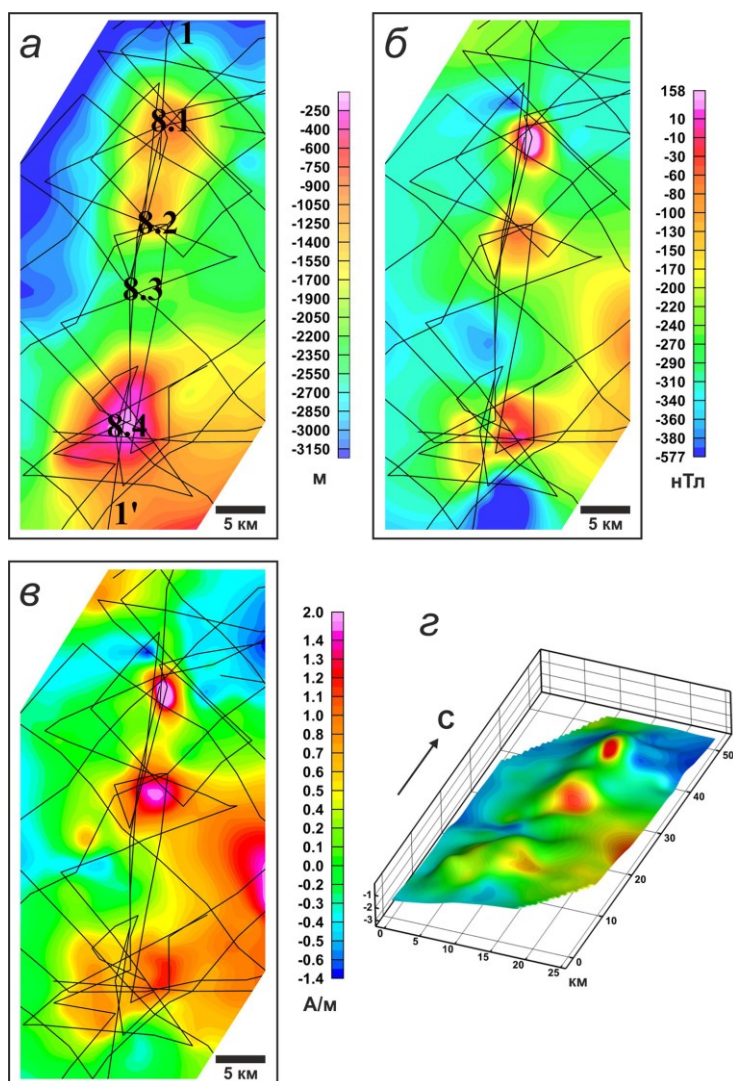


Рис. 4. Подводные вулканы 8.1, 8.2, 8.3 и Крылатка:
 а – батиметрия;
 б – аномальное магнитное поле ΔT_a ;
 в – распределение эффективной намагниченности $J_{эф}$;
 г – распределение эффективной намагниченности $J_{эф}$, изображенное на поверхности вулкана.
 1-1' – профиль, представленный на рис. 1б и 3. Нумерация подводных вулканов по [6].

Установлено, что изученные вулканы, как и другие подводные вулканы КОД, образовались во время геомагнитных инверсий. Для вулкана Крылатка, например, угол между нормальным магнитным полем и намагниченностью составил 57° .

Зафиксированные акустические помехи над вершиной подводного вулкана Крылатка указывают на происходящую здесь подводную газо-гидротермальную деятельность [5, 7].

Выполненные исследования позволили получить новые сведения о строении подводных вулканов 8.1, 8.2, 8.3 и Крылатка, расположенных на Охотоморском склоне о. Итуруп к северу от мыса Пржевальского. Получены новые данные о петролого-минералогических и петрофизических свойствах горных пород, слагающих изученные постройки. В пределах вулканических построек выделены подводящие каналы и периферические магматические очаги.

Список литературы

1. *Бабаянц П.С., Блох Ю.И., Бондаренко В.И. и др.* Применение пакета программ структурной интерпретации СИГМА-3D при изучении подводных вулканов Курильской островной дуги // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2005. № 2. Вып. 6. С. 67-76.
2. *Блох Ю.И., Бондаренко В.И., Долгаль А.С. и др.* Вулканический массив Райкоке (Курильская островная дуга) // Вулканология и сейсмология. 2021. № 4. С. 61-80. DOI: 10.31857/S0203030621030020
3. *Блох Ю.И., Бондаренко В.И., Долгаль А.С. и др.* Комплексные геолого-геофизические исследования подводного вулкана 7.10 (Курильская островная дуга) // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2021. № 3. Вып. 51. С. 23-40. DOI: 10.31431/1816-5524-2022-3-51-23-40
4. *Блох Ю.И., Бондаренко В.И., Долгаль А.С. и др.* Подводные вулканы Охотоморского склона острова Итуруп (Курильская островная дуга) // Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей: Материалы 48-й сессии Международного научного семинара им. Д.Г. Успенского – В.Н. Страхова. Санкт-Петербург (24-28 января 2022 г. Санкт-Петербург): СПб Изд-во ВСЕГЕИ, 2022. С. 31-34.
5. *Бондаренко В.И., Рашидов В.А.* Подводная газо-гидротермальная активность в пределах Курильской островной дуги // Геосистемы переходных зон. 2021. Т. 5. № 1. С. 4-13. DOI: 10.30730/gtrz.2021.5.1.004-013
6. Подводный вулканизм и зональность Курильской островной дуги. Отв. ред. Ю.М. Пушаровский. М.: Наука, 1992. 528 с.
7. *Рашидов В.А., Бондаренко В.И.* Геофизические исследования подводного вулкана Крылатка (Курильская островная дуга) // Вулканология и сейсмология. 2004. № 4. С. 65-76.