

УДК 551.214

Комплексные геолого-геофизические исследования подводных и наземных вулканов Курильской островной дуги в 2018-2019 гг.

Л.П. Аникин¹, Ю.И. Блох², В.И. Бондаренко³, А.С. Долгаль⁴, А.А. Долгая¹, П.Н. Новикова⁴, В.В. Петрова⁵, О.В. Пилипенко⁶, В.А. Рашидов^{1,7}, А.А. Трусов⁸, В.М. Чубаров¹

¹*Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 683006; e-mail: alp@kscnet.ru*

²*Москва*

³*Костромской ГУ, Кострома*

⁴*Горный институт УрО РАН, Пермь*

⁵*Геологический институт РАН, Москва*

⁶*Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, Москва*

⁷*Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Владивосток*

⁸*АО «ГНПП Аэрогеофизика», Москва*

Приводятся результаты комплексных геолого-геофизических исследований, полученные при изучении подводных и наземных вулканов Курильской островной дуги в апреле 2018–марте 2019 гг.

В апреле 2018 – марте 2019 гг. авторским коллективом были продолжены комплексные геолого-геофизические исследования подводных и наземных вулканов Курильской островной дуги (КОД) [1-3]. Материалы гидромагнитной съемки, выполненной в пределах Северных Курил с борта научно-исследовательского судна (НИС) «Вулканолог», были использованы при составлении комплекта карт ГФО-200 листа М-56-ХVIII (Парамуширская площадь). Продолжено развитие базы данных эхолотного промера и непрерывных геофизических исследований, выполненных на НИС «Вулканолог», и реализован картографический программный модуль для отображения галсов судна и местоположения станций драгирования.

Выполнены 83 анализа химического состава образцов горных пород, драгированных со склонов и вершин подводных вулканов КОД, а также 95 определений петромагнитных свойств этих образцов. Установлено, что в породах вулканов Обручева и Архангельского присутствуют эпидот, хлорит, альбит – минералы, свидетельствующие о локальных гидротермальных процессах. Петромагнитные исследования показали, что естественная остаточная намагниченность J_n горных пород, слагающих постройку подводного вулканического массива 6.13, достигает 12,41 А/м для базальтов и 8,50 А/м – для андезитов. Максимальные значения J_n для пород, слагающих постройку подводных вулканов Миронова, Обручева, 6.3, Юбилейный и Крылатка, составляют, соответственно: 5,85, 4,20, 22,87, 5,32 и 11,9 А/м. J_n образцов, драгированных со склонов подводного вулкана о. Броутона, равна 6 А/м, а со склонов подводного вулкана 6.10 – 33,8 А/м. J_n горных пород, слагающих массив Вавилова и хребет Архангельского, достигает, соответственно, 14,8 А/м и 11 А/м. Такие высокие значения J_n обусловлены высоким содержанием однодоменных и псевдооднодоменных зерен титаномагнетита и магнетита. Величины J_n у образцов, драгированных на подводном вулкане Макарова, лежат в диапазоне 1,14-3 А/м.

В Броутонской подводной вулканической зоне, расположенной в пределах Центральных Курил, на склонах подводных вулканических массивов Черных Братьев, Броутона и 6.13 обнаружены многочисленные линзы осадочных отложений с объемом до 10–15 км³, находящихся в гравитационно-неустойчивом состоянии, создающем потенциальную опасность возникновения крупных подводных цунамигенных оползней [1, 2], о разрушительной силе которых можно судить по событиям в Зондском проливе 23 декабря 2018 г. после извержения вулкана Анак-Кракатау.

Интерпретация данных гидромагнитной съемки с помощью системы СИНГУЛЯР показала, что в пределах массива Вавилова выделяются субвертикальные подводящие каналы, в пределах хребта Архангельского подводящие каналы имеют субвертикальное и юго-восточное простирание, а на глубинах 1100-1200 м расположен периферический магматический очаг (рис. 1).

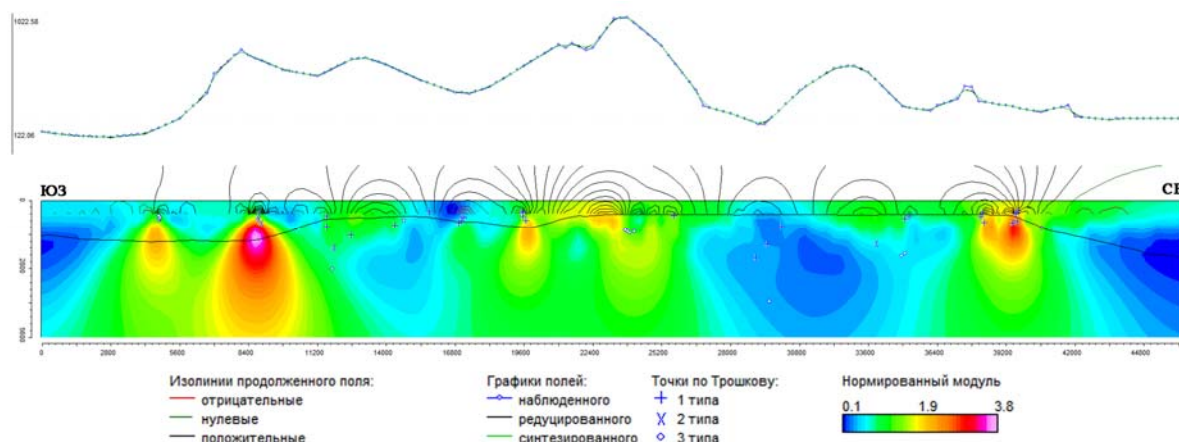


Рис. 1. Подводный хребет Архангельского. Синтезированное системой СИНГУЛЯР изображение для локализации особых точек функции, описывающей аномальное магнитное поле ΔT_a .

С помощью программы ИГЛА уточнено, что вектор эффективной намагниченности пород, слагающих подводный вулкан 6.3, отклонен от вектора нормального поля T_0 на восток на 33° (рис. 2а); вектор эффективной намагниченности пород, слагающих вулканический хребет Архангельского, отклонен от вектора нормального поля T_0 на запад на 30° (рис. 2б). Это говорит о том, что образование этих структур, как и других подводных вулканов Броутонской зоны, вероятнее всего, происходило в периоды глобальных геомагнитных возмущений.

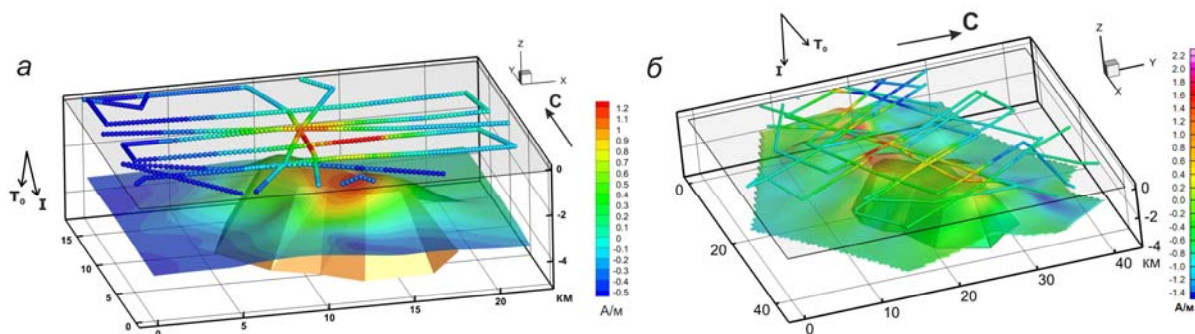


Рис. 2. Уточнение направления векторов намагниченности подводного вулкана 6.3 (а) и подводного вулканического массива Архангельского (б) с помощью программы ИГЛА.

По первой вертикальной производной $(\partial \Delta T_a) / \partial z$ была выполнена томографическая интерпретация магнитного поля массива Архангельского (рис. 3). Основные аномальные зоны эффективной намагниченности $J_{\text{эф}}$ являются положительными и вытянуты в субширотном и северо-восточном направлении. Наиболее интенсивный аномальный участок отражается центральной положительной аномалией и прослеживается до глубины ~ 4 км. По характеру пространственного распределения $J_{\text{эф}}$ можно выделить в пределах изучаемой площади блоки, различные по геометрическим и петромагнитным характеристикам.

В июле-октябре 2018 г. проведены комплексные геолого-геофизические исследования северо-западной части острова-вулкана Алаид, расположенного на о. Атласова, который находился в стадии фумарольной активности. Магнитная восприимчивость горных пород на обследованном участке о. Атласова изменяется в диапазоне $(0,7-45,2) \times 10^{-3}$ СИ, что хорошо согласуется с результатами наших предыдущих исследований. В районах прорыва Олимпийский, ручья Алаидского, мыса Плечо и мыса Ночной отмечены проявления меди, наблюдаемые, как и на других участках о. Атласова, по трещинам и в виде сплошных покровов [3]. Недалеко от прорыва Олимпийский на разнотравном лугу сделана и биогеографическая находка: обнаружена колония наземных улиток из семейства Bradybaenidae, которые являются наиболее крупными представителями наземной малакофауны азиатской части России (рис. 4).

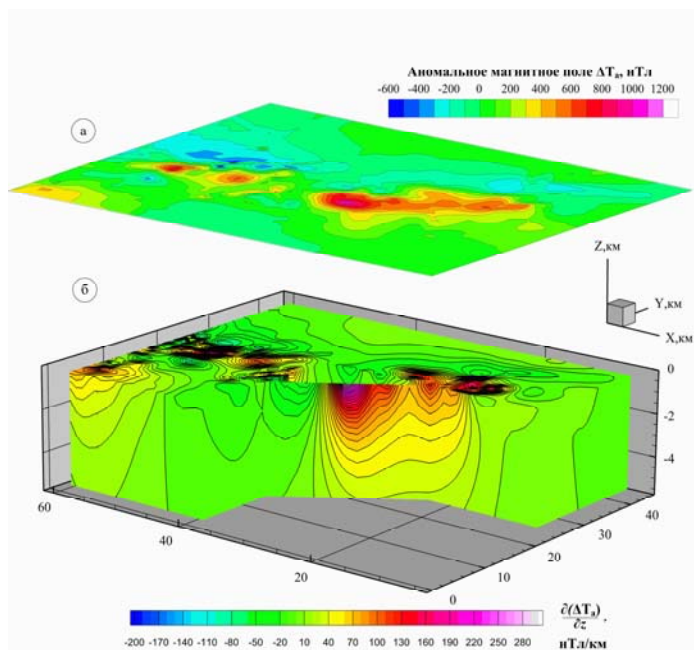


Рис. 3. Изолинии аномального магнитного поля ΔT_a (а) и 3D-диаграмма (б), отражающая пространственное распределение квазинамагниченности $J_{эф}$ горных пород, слагающих подводный вулканический хребет Архангельского.



Рис. 4. Наземная улитка из семейства Bradybaenidae

24 октября 2018 г. на вершине вулкана Алаид впервые опробованы лавовые потоки терминального извержения 2015-2016 гг., магнитная восприимчивость которых изменяется в диапазоне $(0,24-23,3) \times 10^{-3}$ СИ. Проведенные диагностические исследования этих потоков с помощью аналитического сканирующего электронного микроскопа Teskan VEGA 3 с ЭД-спектрометром «X-MAX 80» позволили установить большое разнообразие минеральных ассоциаций, выделены: циркон, муассанит (рис.

5а), рутил, апатит, рубин, розовый корунд (рис. 5б), молочно-белый корунд, андрадит, титанат бария (рис. 5в), касситерит, пирит, самородный алюминий, самородное железо, сплав меди с цинком, гипс, сера, сера с пленками таллия, брома и хлора (рис. 5г), карбонаты, битумоиды и «янтареподобные» органические соединения.

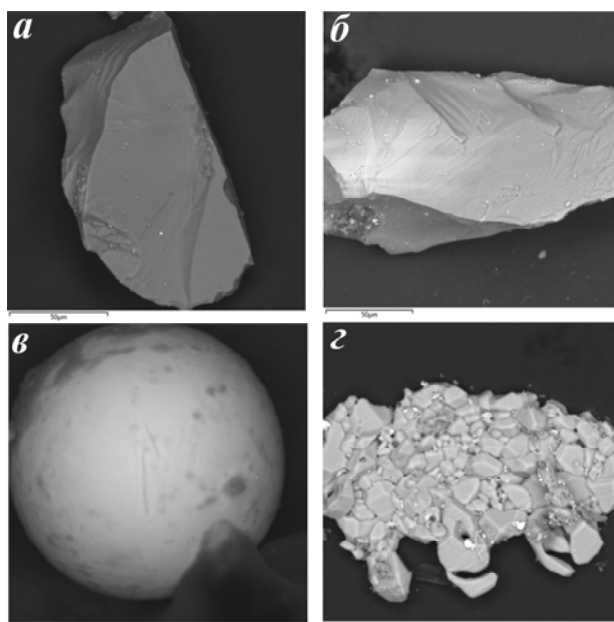


Рис. 5. Минеральные ассоциации лавовых потоков терминального извержения 2015-2016 гг. вулкана Алаид: а – муассанит; б – розовый корунд; в – титанат бария; г – агрегат серы с пленками таллия, брома и хлора.

В июле-августе 2018 г. проведено визуальное наблюдение за активностью действующего вулкана Эбеко на о. Парамушир и собрана коллекция проб пепла, отобранных в разных местах острова, 11 августа 2018 г. проведен отбор свежих образцов горных пород в прикратерной части вулкана, магнитная восприимчивость которых изменяется в диапазоне $(1,6-16,9) \times 10^{-3}$ СИ. В пробах пепла выявлено значительное количество серы, и, как на вулкане Алаид, отмечены титанат бария, а также соединения серы с пленками таллия, брома и хлора.

В результате выполненных исследований получены новые сведения о подводном вулканизме в пределах КОД, которые актуальны для решения таких прикладных задач, как прогноз вулканической активности и изучение возможности прихода цунами со стороны Охотского моря. Не вызывает сомнений необходимость проведения последующих комплексных междисциплинарных исследований действующих вулканов Алаид и Эбеко, расположенных на границе двух субъектов Российской Федерации – Сахалинской области и Камчатского края.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ (проекты 18-05-00410 и 18-05-00041).

Список литературы

1. Блох Ю.И., Бондаренко В.И., Долгаль А.С. и др. Подводные вулканы Броутонской вулканической зоны (центральная часть Курильской островной дуги) // Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей: Сборник научных трудов. Вып. 1 (46). Пермь: ГИ УрО РАН, ПГНИУ, 2019. С. 47-51.
2. Бондаренко В.И., Рашидов В.А. Подводная вулканическая активность в пределах Охотоморского склона Курильской островной дуги // Актуальные проблемы нефти и газа. 2018. № 4 (23). С. 1-7. <http://oilgasjournal.ru>
3. Рашидов В.А., Аникин Л.П. Полевые работы на вулкане Алаид (о. Атласова, Курильские острова) в 2018 году // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2018. № 3. Вып. № 39. С. 112-113.