

УДК 550.83:551.214(265.53)

ПОДВОДНЫЙ ВУЛКАН БЕРГА (КУРИЛЬСКАЯ ОСТРОВНАЯ ДУГА)

© 2008 Ю.И. Блох¹, В.И. Бондаренко², В.А. Рашидов³, А.А. Трусов⁴

¹Российский государственный геологоразведочный университет им. Орджоникидзе, Москва, 117873; e-mail: yuri_blokh@mail.ru

²Костромской Государственный Университет им. Н.А. Некрасова, Кострома, 156000; e-mail: vibond@list.ru

³Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН,

Петропавловск-Камчатский, 683006; e-mail: rashidva@kscnet.ru

⁴ЗАО ГНПП «Аэрогеофизика», Москва, 103287; e-mail: trusov@aerogeo.ru

Исследован плосковершинный подводный вулкан Берга, который, вероятно, в прошлом поднимался выше уровня моря, а затем вершина его была срезана абразией.

Постройка вулкана сложена как плотными вулканогенными породами, в которых доминируют андезибазальты и базальты, так и рыхлыми вулканогенными образованиями.

Наиболее намагнитченные лавовые потоки изливались в привершинной части западного склона вулкана Берга уже в подводных условиях. Они сложены, вероятнее всего, базальтами и являются наиболее молодыми в пределах вулканической постройки.

Ключевые слова: подводный вулкан, Берг, Курильская островная дуга, вулканогенные породы.

Плосковершинный подводный вулкан Берга, названный в честь известного отечественного географа академика Л.С. Берга (Безруков и др., 1958), расположен в Курильской островной дуге (КОД) в 16 км к северу от северной оконечности острова Итуруп (рис. 1).

Вулкан был изучен в 1949–55 гг. в экспедициях Института океанологии АН СССР на НИС «Витязь» и «Крылатка», в 1971–72 гг. в экспедициях СахКНИИ ДВНЦ АН СССР на НИС «Пегас» и «Витязь-2», а также в 1981–91 гг. в экспедициях Института вулканологии ДВО АН СССР на НИС «Вулканолог» (Безруков и др., 1958; Остапенко, 1978; Остапенко, Кичина, 1977; Подводный..., 1992; Gnibidenko, Svarichevsky, 1984).

В рейсах Института океанологии были выполнены эхолотный промер и отбор проб рыхлых осадков (Безруков и др., 1958), в рейсах СахКНИИ – драгирование (Остапенко, Кичина, 1977), а в рейсах Института вулканологии – эхолотный промер, непрерывное сейсмоакустическое профилирование (НСП), гидромагнитная съемка (ГМС) (рис. 2) и драгирование (Подводный..., 1992).

Подводный вулкан Берга вошел в «Каталог подводных вулканов Курильской островной дуги» под номером 7.6 (Подводный..., 1992).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Подводный вулкан Берга поднимается в северной части с глубин 2200–2300 м, а от острова Итуруп он отделен глубинами ~ 1000 м (рис. 3а на 4-й стр. обложки). Относительная высота вулкана 1800 м, а с учетом перекрытого донными осадками основания – 2400 м. Площадь основания 11х15 км, а объем вулканической постройки 105 км³. Крутизна склонов изменяется от 15° у основания, до 25–30° в привершинной части постройки. Плоская, наклоненная к северу, в сторону пролива Фриза, вершина располагается на глубинах 500–700 м (рис. 3а, 4). Ее размер составляет 5х6.5 км. Отмеченная минимальная глубина равна 480 м.

Вулкан имеет довольно сложное строение. Плоская вершина перекрывается слоем отчетливо слоистых отложений мощностью порядка 100м, залегающих согласно поверхности дна. Они перекрывают более древнюю плоскую, по-видимому, абразионную поверхность, выработанную в плотных вулканогенных породах, слагавших привершинную часть вулкана (рис. 4).

В юго-восточном, восточном и северо-восточном секторах на сейсмограммах НСП в средней

ПОДВОДНЫЙ ВУЛКАН БЕРГА

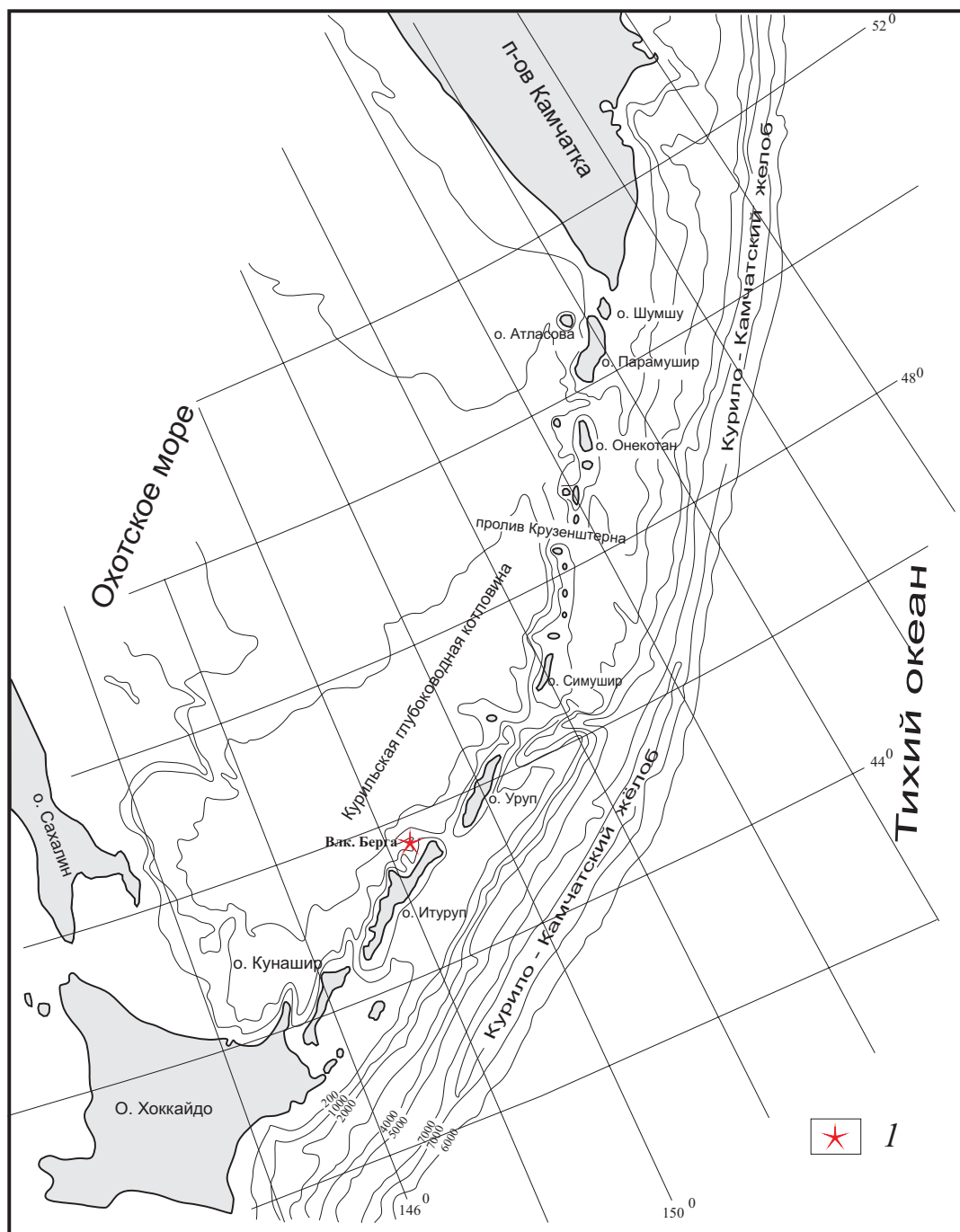


Рис. 1. Местоположение подводного вулкана Берга. 1 – подводный вулкан Берга.

и нижней частях постройки на глубинах 0.3-0.5 с удвоенного времени пробега сейсмических волн (УВ) от поверхности дна (рис. 4, профиль 1-1') отчетливо выделяется жесткая неровная отражающая граница, вероятно, соответствующая поверхности каких-то плотных, скорее всего, эффузивных или экструзивных пород. Перекрывается это более плотное «ядро» сложной толщиной от «акустически непрозрачных» до почти «акустически прозрачных», вероятно рыхлых вулканогенных отложений.

У юго-западного и южного подножий в верхней части разреза постройки на сейсмограммах

НСП фиксируются многочисленные выдержанные протяженные отражающие границы, образующие характерный, расходящийся к подножию веер (рис. 4, профили 1-1', 3-3'). Вероятно, они соответствуют шлейфу осадочных отложений, сформировавшегося в результате отложения на нижней части склонов сносимого с их верхней части осадочного материала, в том числе и материала, образовывавшегося в результате абразии вершины. Мощность этого шлейфа – до 0.3 с УВ. На сейсмограммах НСП отчетливо фиксируется переслаивание слагающих его отложений с отложениями каньонов, отделяющих

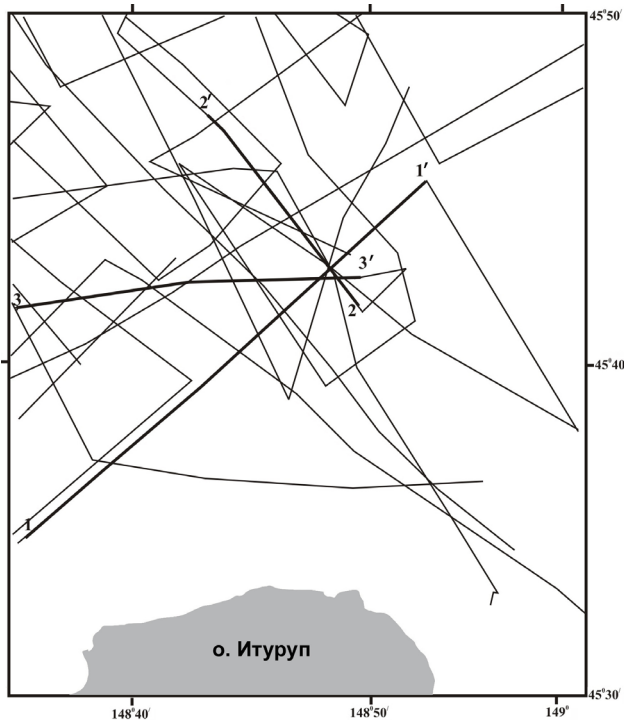


Рис. 2. Схема профилей эхолотного промера, НСП и ГМС, выполненных в рейсах НИС «Вулканолог». 1-1', 2-2', 3-3' - профили НСП, показанные на рис. 4.

вулкан Берга от подводной окраины о. Итуруп (рис. 4, профиль 3-3'). Это свидетельствует о синхронности формирования этих отложений, причем снос осадочного материала происходил как со стороны о. Итуруп, так и с подводного вулкана Берга.

Западный, северо-западный и северный секторы постройки, судя по данным НСП, сложены преимущественно плотными вулканогенными породами. Мощность предполагаемых рыхлых отложений на склонах обычно незначительна или они вовсе отсутствуют. Но местами в нижней части постройки на склонах отмечаются довольно крупные линзы предположительно рыхлых вулканогенных или осадочных отложений. У подножия постройки в этом районе широко развиты предполагаемые оползневые образования. Местами здесь выделяются довольно крупные оползневые тела, мощностью до 100-200 м.

Русло каньона, располагающегося к северу и северо-западу от вулкана Берга, врезается в оползневые отложения (рис. 4, профиль 2-2'). Это может свидетельствовать о сохраняющейся эрозионной деятельности каньона. Вероятнее всего, максимальная активность оползневых процессов была в прошлом, возможно, в период активной абразии вершины, когда на склоны вулкана могло поступать значительно большее, чем сейчас, количество осадочного материала. Но, по-видимому, этот материал, вследствие значительной крутизны склонов и высокой сейсмической активности региона, сползал по склонам

вулкана и накапливался у его подножия.

Таким образом, в строении основной части постройки, вероятно, принимают участие как плотные, так и рыхлые вулканогенные образования. Почти со всех сторон вулкан окружен крупными активными подводными каньонами, отделяющими его от соседних подводных вулканов и о. Итуруп. Вероятно, в прошлом вулкан поднимался выше уровня моря, образуя остров. Затем вершина его была срезана абразией, а сам вулкан испытал опускание на 500-700 м, что хорошо согласуется с данными В.Ф. Остапенко (1978). Современное положение вершинной поверхности не соответствует уровню предголоценовой подводной террасы. Скорее всего, выработка плоской вершинной поверхности происходила не позднее раннего плейстоцена или плиоцена. О довольно древнем возрасте вулкана свидетельствуют также достаточно большая мощность осадочных отложений (до 0.6 с УВ), перекрывающих северное подножие вулкана, наличие выраженного слоя осадков на плоской вершине (где в силу положения вулкана, скорость осадконакопления должна быть очень низкой, в основном за счет выпадения взвешенного материала и ледового разноса).

Основание вулканической постройки перекрыто осадками мощностью до 600 м (Подводный..., 1992).

Драгирование, выполненное в рейсах Института вулканологии, оказалось малоэффективным: на борт судна было поднято лишь небольшое количество гальки, покрытой пленкой железомарганцевых окислов (Подводный..., 1982).

В рейсах СахКНИИ поднят ряд вулканических пород от базальтов до риолитов, в котором доминируют андезибазальты и базальты (Остапенко, 1978; Остапенко, Кичина, 1977). Большая часть драгированных образцов относится к породам нормального по щелочности ряда, но встречены также субщелочные и щелочные породы. Лавы, в подавляющем большинстве, высоко- и умеренно-калиевые. По минералогическому составу отмечены пироксеновые, двупироксеновые, биотит-пироксеновые, оливиновые и роговообманковые разновидности. Коренные породы и галька драгированы в соотношении 1:1 (Остапенко, 1978).

К вулканической постройке приурочена аномалия магнитного поля ΔT_a двух знаков с амплитудой, превышающей 1200 нТл (рис. 3б на 4-ой стр. обложки). При этом к северу от основного максимума магнитного поля наблюдается локальный минимум, что в северном полушарии характерно для индуктивно намагниченных объектов, а также для объектов с остаточной намагниченностью того же направления, что и современное магнитное поле Земли. Для моде-

ПОДВОДНЫЙ ВУЛКАН БЕРГА

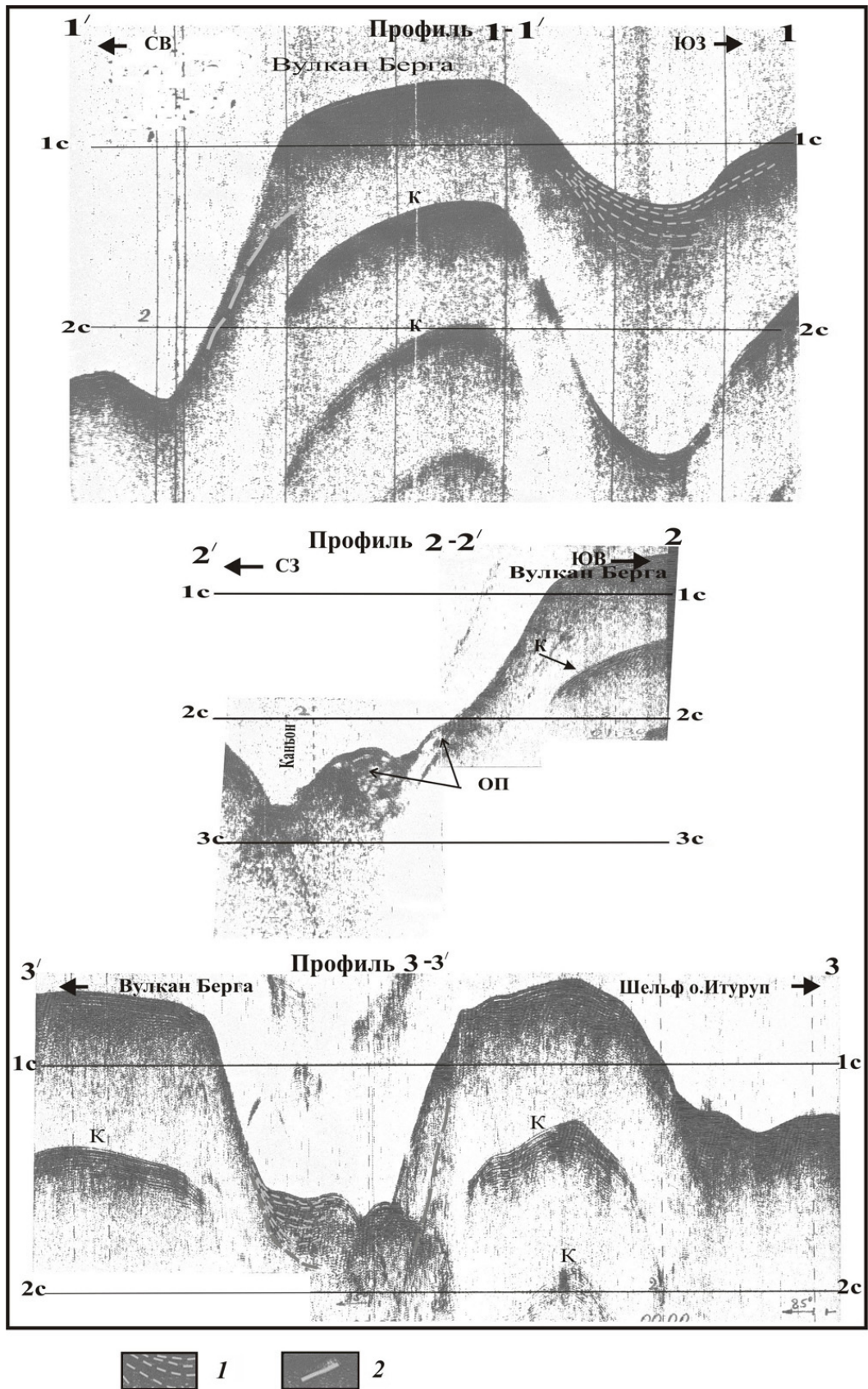


Рис. 4. Фрагменты сейсмограмм НСП по профилям, пересекающим вулкан Берга. Положение профилей показано на рис. 2. 1 – отражающие границы в пределах толщи рыхлых отложений; 2 – отражения от поверхности предполагаемых плотных вулканических пород. К – кратные отражения; ОП – предполагаемые оползневые образования.

лирования вулканической постройки нами была применена программа REIST из пакета программ структурной интерпретации гравитационных и магнитных аномалий СИГМА-3D (Бабаянц и др. 2004, 2005, 2006; Блох и др., 2008б). С ее помощью определялось латеральное распределение эффективной намагниченности в субгоризонтальном слое, верхняя кромка которого задавалась по данным эхолотных промеров, а нижняя оценивалась по спектру аномального магнитного поля. В результате итерационный процесс, реализованный в программе REIST, позволил за 113 итераций аппроксимировать аномальное поле со среднеквадратической погрешностью 33 нТл. Подобный характер подбора свидетельствует, с одной стороны, об очень сильной намагниченности пород, а, с другой стороны, о сравнительно неглубоком расположении этих пород и о неоднородности их остаточной намагниченности. Отметим при этом, что на полученной модели (рис. 3в на 4-й стр. обложки) северный индукционный минимум, хорошо заметный в аномальном поле (рис. 3б на 4-й стр. обложки), уже не обнаруживается, то есть гипотеза о преимущественной ориентировке вектора намагниченности пород вдоль современного геомагнитного поля, положенная в основу проведенного моделирования, оказалась справедливой. В итоге моделирование дало возможность выделить на склонах подводного вулкана Берга отдельные лавовые потоки.

Наиболее намагниченные лавовые потоки изливались в привершинной части западного склона вулканической постройки (рис. 3в, 3г на 4-й стр. обложки). Судя по величине эффективной намагниченности, превышающей 9 А/м, и результатам драгирования (Остапенко, 1978; Остапенко, Кичина, 1977) эти лавовые потоки сложены, скорее всего, базальтами и являются наиболее молодыми в пределах вулканической постройки. Излияние этих потоков происходило, вероятнее всего, не позднее, чем 700000 лет назад уже в подводных условиях.

Следует отметить, что выделенные лавовые потоки оказались и самыми магнитными среди потоков изученных подводных вулканов КОД (Бабаянц и др. 2005, 2006; Блох и др., 2006а, 2006б, 2007, 2008а, 2008б).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Плосковершинный вулкан Берга является крупной вулканической постройкой, имеющей сложное строение. Почти со всех сторон вулкан окружен крупными активными подводными каньонами.

Вероятно, в прошлом вулкан поднимался выше уровня моря, образуя остров. Затем вершина его была срезана абразией, а сам вулкан

опустился на 500-700 метров. Скорее всего, выработка плоской вершинной поверхности происходила не позднее раннего плейстоцена или плиоцена.

Вулканическая постройка сложена разнообразными породами, в которых доминируют андезибазальты и базальты. Значительна и роль рыхлых вулканогенных образований.

Наиболее намагниченные лавовые потоки изливались в привершинной части западного склона вулкана Берга уже в подводных условиях. Эти лавовые потоки сложены, вероятнее всего, базальтами и являются наиболее молодыми в пределах вулканической постройки.

Список литературы

- Бабаянц П.С., Блох Ю.И., Трусков А.А.* Возможности структурно-вещественного картирования по данным магниторазведки и гравитационной в пакете программ СИГМА-3D // Геофизический вестник. 2004. № 3. С. 11-15.
- 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.
- Бабаянц П.С., Блох Ю.И., Бондаренко В.И. и др.* 3D моделирование подводных вулканов Курильской островной дуги // Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей: Материалы 33-ей сессии Международного семинара им. Д.Г. Успенского. Екатеринбург, 30 января-3 февраля 2006 г. Екатеринбург: Институт геофизики УрО РАН, 2006. С. 16-21.
- Безруков П.Л., Зенкевич Н.Л., Канаев В.Ф., Удинцев Г.Б.* Подводные горы и вулканы Курильской островной гряды // Труды Лаб. вулканологии. 1958. Вып. 13: Молодой вулканизм. С. 71-88.
- Блох Ю.И., Бондаренко В.И., Рашидов В.А., Трусков А.А.* Подводный вулкан Григорьева (Курильская островная дуга) // Вулканология и сейсмология. 2006а. № 5. С. 17-26.
- Блох Ю.И., Бондаренко В.И., Рашидов В.А., Трусков А.А.* Вулканический массив Алаид (Курильская островная дуга) // Материалы международного симпозиума «Проблемы эксплозивного вулканизма» к 50-летию катастрофического извержения вулкана Безымянный. 25-30 марта 2006 г. Петропавловск-Камчатский / Отв. ред. член-корр. РАН Е.И. Гордеев. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2006б. С. 135-143.
- Блох Ю.И., Бондаренко В.И., Рашидов В.А., Тру-*

ПОДВОДНЫЙ ВУЛКАН БЕРГА

- сов А.А. Подводные вулканы Парамуширской вулканической группы (Курильская островная дуга) // Глубинное строение, геодинамика, мониторинг, тепловое поле Земли, интерпретация геофизических полей. Четвертые научные чтения памяти Ю.П. Булашевича. Материалы / Отв. ред. В.И. Уткин. Екатеринбург: ИГФ УрО РАН, 2007. С. 134-136.
- Блох Ю.И., Бондаренко В.И., Рашидов В.А., Трусов А.А.* Геофизическое изучение подводных вулканов Курильской островной дуги // Геофизические исследования Урала и сопредельных регионов // Материалы Международной конференции, посвященной 50-летию Института геофизики УрО РАН, 4-8 февраля 2008 г. Екатеринбург: ИГФ УрО РАН, 2008а. С. 19-22.
- Блох Ю.И., Бондаренко В.И., Рашидов В.А., Трусов А.А.* Применение современных геофизических технологий для изучения подводных вулканов Курильской островной дуги // Тезисы докладов конференции «Современные геофизические и геоинформационные системы», посвященной 90-летию МГА-МГРИ-РГГРУ. 26-27 июня 2008 года. Москва, 2008б. С. 15-16.
- Остапенко В.Ф.* Подводные вулканы прикурильской части Охотского моря и их значение для понимания новейшей истории этого региона // ДАН СССР. 1978. Т. 242. № 1. С. 168-171.
- Остапенко В.Ф., Кичина Е.Н.* Вещественный состав лав подводных вулканов Курильской дуги // Геология дна Дальневосточных морей. Владивосток: Из-во ДВНЦ АН СССР. САКНИИ, 1977. С. 24-45.
- Подводный вулканизм и зональность Курильской островной дуги / Отв. ред. Пушаровский Ю.М. М.: Наука, 1992. 528 с.
- Gnibidenko G.S., Svarichevsky A.S.* Tectonics of the South Okhotsk Deep-Sea Basin // Tectonophysics. 1984. V. 102. P. 225-244.

THE BERG SUBMARINE VOLCANO: THE KURIL ISLAND ARC

Yu.I. Blokh¹, V.I. Bondarenko², V.A. Rashidov³, A.A. Trusov⁴

¹*Russian State Geological Prospecting University, Moscow, 117873, Russia*

²*Kostroma State University, Kostroma, 156000, Russia*

³*Institute of Volcanology and Seismology, Far East Division Russian Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatskii, 683006, Russia*

⁴*ZAO GNPP «Aerogeofizika», Moscow, 107140, Russia*

The authors have studied the flat-topped Berg submarine-volcano. The volcano likely used to emerge above sea level in its past history, but suffered the top attrition subsequently.

The edifice is composed as by dense rocks with prevailing andesibasalts and basalts, so by mouldy volcanic rock formations.

The most magnetized lava flows effused near the top on the western slope after the volcano had sunk. These flows are possibly composed by basalts and are the youngest within the edifice.