

## ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОДВОДНЫХ ВУЛКАНОВ ПАРАМУШИРСКОЙ ВУЛКАНИЧЕСКОЙ ГРУППЫ (КУРИЛЬСКАЯ ОСТРОВНАЯ ДУГА)

**Блох Ю.И.<sup>1</sup>, Бондаренко В.И.<sup>2</sup>, Рашидов В.А.<sup>3</sup>, Романова И.М.<sup>3</sup>, Трусов А.А.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Российский государственный геологоразведочный университет им. Орджоникидзе, Москва

<sup>2</sup>Костромской Государственный Университет им. Н.А. Некрасова, Кострома

<sup>3</sup>Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский

<sup>4</sup>ЗАО ГНПП «Аэрогеофизика», Москва

Парамуширская группа подводных вулканов является самой северной группой подводных вулканов Курильской островной дуги (КОД). Первые сведения о подводных вулканах в этом районе получены в экспедициях Института океанологии АН СССР в 1949-1955 гг. на НИС «Витязь» и в 1955 г. на НИС «Крылатка» [5], когда были открыты подводные вулканы 1.1 и 1.3 (рис. 1).

В период 1981-1991 гг. с борта НИС «Вулканолог» камчатскими вулканологами здесь были выполнены 11 комплексных вулканологических экспедиций. Проводились эхолотный промер, непрерывное сейсмоакустическое профилирование (НСП), гидромагнитная съемка (ГМС), драгирование, отбор рыхлых осадков, непрерывное газогидрохимическое профилирование, отбор проб воды и наземные геологические маршруты на островах. В результате проведения этих работ и последующей обработки полученных материалов геофизического мониторинга в течение четверти века [1-4, 6-15], были открыты еще пять подводных вулканов: 1.2, 1.4, 1.5, 1.6 и 1.7 (рис. 1).

Обработка геофизических исследований проводится на современном уровне с использованием апробированного пакета программ структурной интерпретации СИГМА-3D [3, 4, 6-8]. В августе 2007 г. были проведены исследования побочного конуса вулкана Алаид – Такетоми, расположенного в юго-восточной части острова Атласова, который начал извергаться в 1934 г. как подводный, а затем причленился к вулкану.

Интересной особенностью исследуемого района, помимо подводных вулканов, является широкое распространение в верхней части осадочного разреза газовых гидратов [8-10], которые являются источниками углеводородного сырья.

**Плосковершинный подводный вулкан Григорьева (1.1 по [13])** вместе с вулканом Алаид (о. Атласова) составляет единый вулканический массив [3, 4, 6-8]. В XX веке произошли латеральные (Такетоми в 1934 г. и прорыв Олимпийский в 1972 г.) и терминальное (в 1981 г.) извержения вулкана Алаид.

Вулкан Григорьева расположен в 20 км к северо-западу от о. Атласова на генеральной линии расположения побочных конусов вулкана Алаид (рис. 1). Вершина подводного вулкана срезана абразией и снивелирована до уровня 120-140 м. На западе и юго-западе вершины отмечены скальные выступы, поднимающиеся до глубин 50-55 м, которые, возможно являются голоценовыми экструзиями. Крутизна склонов достигает 10-15°, размер основания вулкан 12.5×15 км, а объем вулканической постройки ~ 40 км<sup>3</sup>. Вулкан поднимается с глубин 800-850 м, где его основание срослось с основанием вулкана Алаид. На склонах и у основания вулкана Григорьева отмечены одиночные экструзивные купола. На юго-западном склоне постройки на глубинах 230-750 м отмечен ряд скальных выступов юго-западного простирания с относительной высотой 30-60 м. При драгировании привершинной части вулкана Григорьева были подняты однотипные высокоглиноземистые, высокожелезистые, высококальциевые и умеренно-титанистые базальты.

По данным НСП, вулканическая постройка сложена, в основном, плотными вулканическими породами. По данным ГМС к постройке вулкана Григорьева приурочена интенсивная аномалия магнитного поля  $\Delta T_a$  с амплитудой более 1400 нТл. Все выделенные скальные выступы в юго-западной части плоской вершины и на юго-западном склоне вулкана отчетливо проявляются в магнитном поле  $\Delta T_a$  наличием локальных аномалий. Расчеты, выполненные с помощью программ пакета СИГМА-3D, показали, что эффективная намагниченность этих выступов сопоставима с эффективной намагниченностью самой постройки вулкана [3, 4, 6-8]. Это, вероятнее всего, указывает на их лавовую природу, а отмеченные неоднородности рельефа действительно являются экструзивными куполами или лавовыми конусами, развитыми вдоль радиальной трещины северо-восточного простирания. Всего на

вулкане Григорьева выделено 13 таких куполов. Вулкан Григорьева, возможно, является потенциально активным. Есть все основания говорить об аномальном, по отношению к другим подводным вулканам КОД, вулканизме массива Алаид [6-8].

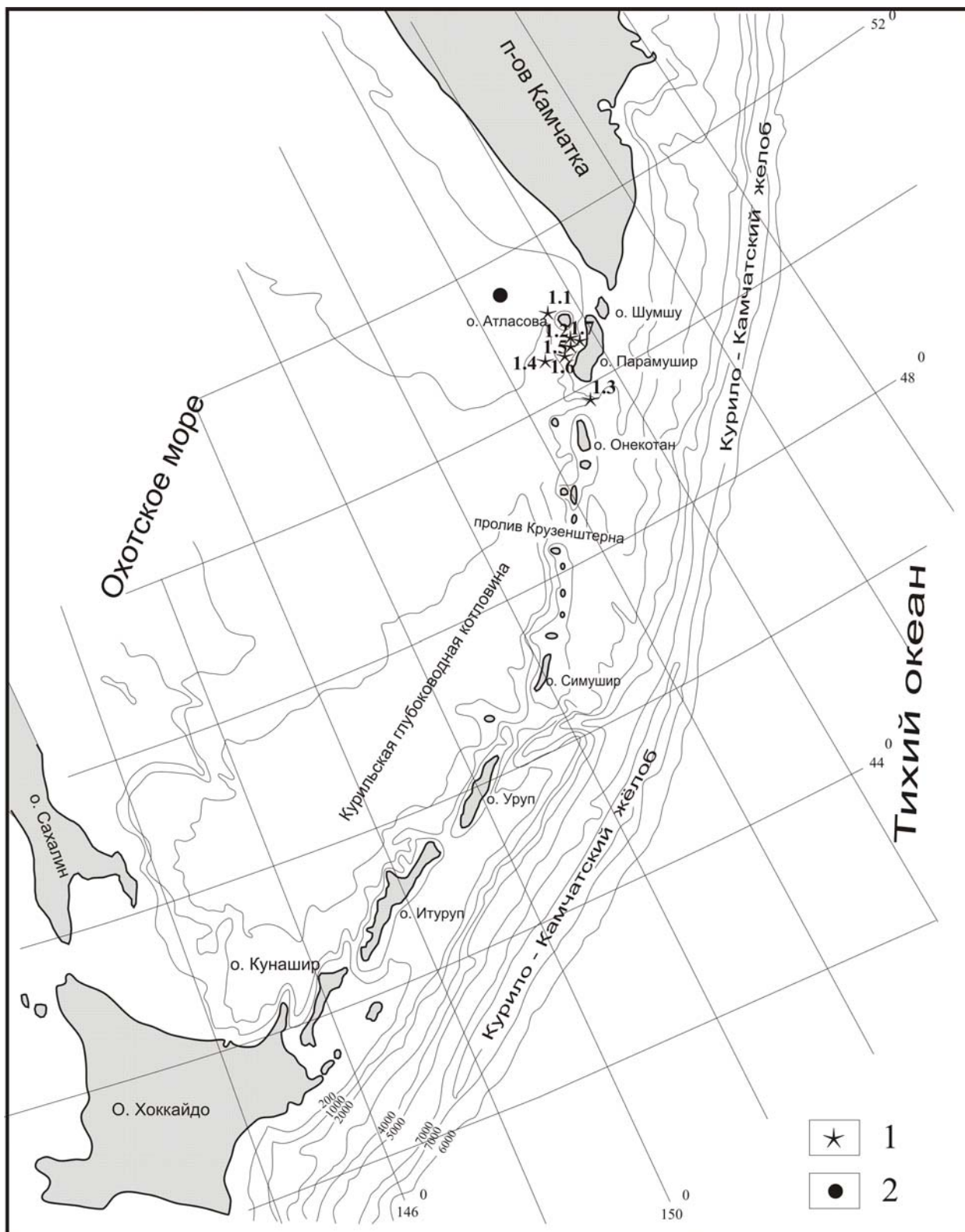


Рис. 1. Подводные вулканы Парамуширской вулканической группы. 1 – подводные вулканы; 2 – банка Лебеда. Нумерация вулканов по [10, 13].

Проведенные на полигоне от вулканического массива Алаид до банки Лебеда исследования показали, что подводный вулкан Григорьева расположен в непосредственной

близости к линейной зоне, сложенной породами с повышенной намагниченностью, возникшей, может быть, почти одновременно с образованием вулканической постройки. На одновременность, в частности, может указывать то, что лавовый поток на склоне вулкана, обращенном к этой зоне, характеризуется практическими теми же величинами намагниченности, которые присущи породам, слагающим линейную зону.

**Подводный вулкан 1.3** (по [13]) расположен в Четвертом Курильском проливе, приблизительно в 25 км к югу от мыса Капустного на о. Парамушир (рис. 1). Диаметр основания вулкана – около 7.5 км<sup>2</sup>, а относительная высота – 1100 м. Плоская вершина постройки расположена на глубине 130-140 м. Объем вулканической постройки равен 15 км<sup>3</sup>. Крутизна склонов вулкана изменяется в диапазоне 7-15°.

К вулканической постройке приурочена высокоградиентная знакопеременная аномалия магнитного поля  $\Delta T_a$  с амплитудой около 500 нТл, свидетельствующая о лавовой природе слагающих пород.

При драгировании со склонов вулкана подняты бомбовые туфы андезитов, андезибазальтов и базальтов. На вершине вулкана опробованы свежие обильнопорфировые амфиболовые дациандезиты [13].

Вероятнее всего, вулкан 1.3 сформировался до голоценового повышения уровня моря.

**Острове́ршинный подводный вулкан 1.4** (по [13]) расположен далеко в тылу Курильской островной дуги (рис. 1), возвышаясь над окружающим дном Охотского моря на 650-700 м. Вершина осложнена рядом пиков, а основание вулкана почти замкнутым кольцом опоясывается отрицательными формами рельефа [4, 8, 11, 12]. К вулканической постройке приурочена положительная аномалия магнитного поля  $\Delta T_a$  интенсивностью до 500 нТл, с локальным максимумом до 700 нТл вблизи привершинной части. На удалении 3-10 км от вулкана по данным НСП выделены три небольших (по-видимому, магматических) тела, не достигших поверхности дна, которые не выражены локальными аномалиями в магнитном поле.

При драгировании привершинной части вулкана были подняты, в основном, амфиболовые андезиты и, в небольшом объеме - плагиобазальты и пироксеновые андезибазальты. Расчеты, выполненные с помощью программ пакета СИГМА-3D, показали, что последние по времени излияния лав происходили на северо-западном склоне на глубинах 1100-1200, где расположен активный вулканический центр [4, 8].

В пределах **погребенной подводной вулканической зоны** у западного подножия о. Парамушир исследованы 4 вулкана (рис. 1): **1.2, 1.5, 1.6, 1.7** [10, 13]. Все вулканические постройки, приуроченные к долгоживущей зоне глубинных разломов на границе структур прогиба Атласова и Парамуширского островного блока, активной, по крайней мере, с неогена. Постройки слабо выражены в современном рельефе дна, но четко выделяются по данным НСП (рис. 2, 3) и к ним приурочены локальные аномалии магнитного поля  $\Delta T_a$  с амплитудой до 400 нТл. Здесь же отмечена зона грязевого вулканизма, а также выходы свободных газов в водную толщу, фиксирующихся в виде гидроакустических аномалий на записях эхолотов. Предполагаются две вспышки магматической активности в пределах погребенной вулканической зоны: более ранняя, неогеновая, когда возникли крупные вулканический массив 1.2 и вулкан 1.7, и более поздняя, позднеплиоценовая или четвертичная, когда могли сформироваться небольшие вулканы 1.5 и 1.6, а также предполагаемый небольшой экструзивный купол, расположенный к югу от массива 1.2 [8, 10].

**Заключение.** Проведенные в течение четверти века исследования показали существенное отличие Парамуширской группы подводных вулканов от остальных подводных вулканов КОД. Значительную роль в этих исследованиях играет комплексный геофизический мониторинг. Отмечен аномальный вулканизм массива Алайд и наличие долгоживущей зоны глубинных разломов на границе структур прогиба Атласова и Парамуширского островного блока. Выявлены погребенные подводные вулканические постройки, подобные которым в пределах КОД нигде пока не встречены. Результаты проводимых исследований широко представлены в глобальной сети Интернет по адресу [http://www.kscnet.ru/ivs/grant/grant\\_05/kurily/kuril.html](http://www.kscnet.ru/ivs/grant/grant_05/kurily/kuril.html).

Не вызывает сомнений, что для дальнейшего изучения на современном уровне подводных и наземных вулканов Парамуширской группы целесообразно проведение комплексных исследований, включающих в себя всевозможные наземные, морские и аэрометоды по густой сети профилей. Любое подводное или наземное извержение вулканов этой группы может привести к человеческим жертвам и нанести значительный урон экономике Сахалинской области и Камчатского края.



Учитывая, что в последние годы изучение вулкана Алаид, чьи эксплозивные извержения напрямую угрожают городу Северо-Курильску, сводится, в основном, к визуальному и

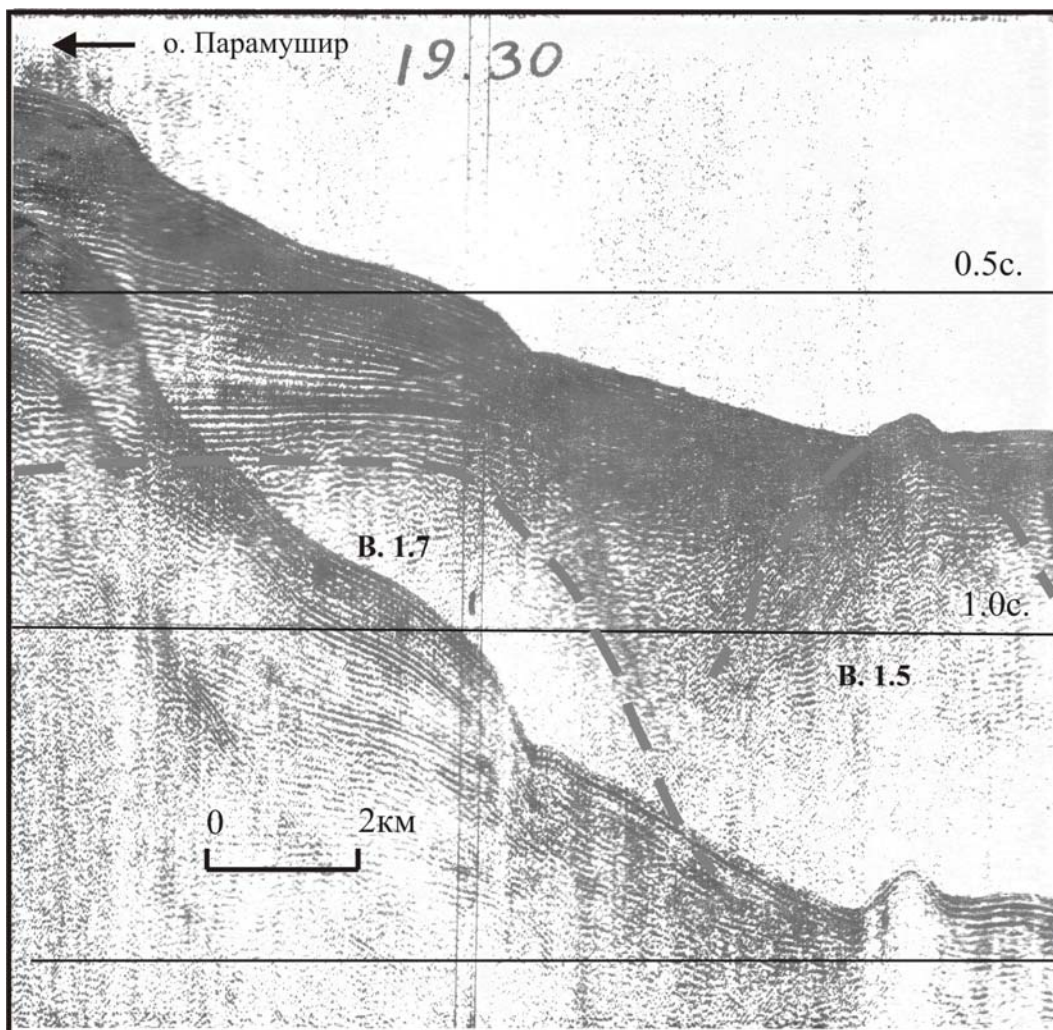


Рис. 2. Фрагменты сейсмограммы НСП по профилю, проходящему через подводные вулканы 1.5 и 1.7.

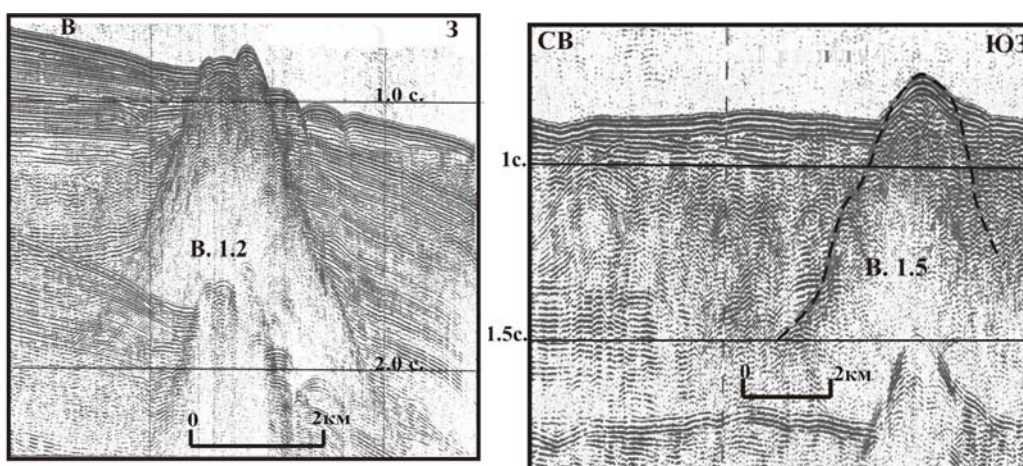


Рис. 3. Фрагменты сейсмограммы НСП по профилям, проходящим через подводные вулканы 1.2 и 1.5.

телеметрическому наблюдению за состоянием его активности, необходимо постоянно организовывать наземные экспедиционные исследования этого острова-вулкана, учитывая, что последнее терминальное извержение вулкана произошло уже 26 лет назад.

Наибольшую опасность для жителей Северо-Курильска представляет действующий вулкан Эбеко, комплексный геофизический мониторинг которого, на наш взгляд, незамедлительно

следует начать с использованием современной аппаратурной базы. Возможно, сейсмостанцию «Северо-Курильск» целесообразно передать КФ ГС РАН, поскольку для оказания сотрудникам сейсмостанции материально-технической поддержки и методических консультаций к весьма проблематичному в транспортном отношении городу Северо-Курильску Сахалинской области на сегодняшний день быстрее всего добираться из краевого центра Камчатской области - города Петропавловска-Камчатского.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 05-05-65102) и ДВО РАН (проект 06-3-А-08-326).

### Список литературы

1. Авдейко Г.П., Бондаренко В.И., Палуева А.А., Рашидов В.А., Романова И.М. Геофизические исследования подводных вулканов Курильской островной дуги: состояние, итоги, перспективы // Материалы ежегодной конференции, посвященной Дню вулканолога. 30 марта-1 апреля 2005 г. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2005. С. 3-7.
2. Авдейко Г.П., Гавриленко Г.М., Черткова Л.В., Бондаренко В.И., Рашидов В.А., Гусева В.И., Мальцева В.И., Сазонов А.П. Подводная газогидротермальная активность на северо-западном склоне о. Парамушир (Курильские острова) // Вулканология и сейсмология. 1984. № 6. С. 66-81.
3. Бабаянц П.С., Блох Ю.И., Бондаренко В.И., Рашидов В.А., Трусков А.А. 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.
4. Бабаянц П.С., Блох Ю.И., Бондаренко В.И., Рашидов В.А., Трусков А.А. 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.
5. Безруков П.Л., Зенкевич Н.Л., Канаев В.Ф., Удинцев Г.Б. Подводные горы и вулканы Курильской островной гряды // Тр. лаб. вулканологии. 1958. Вып. 13. С. 71-88.
6. Блох Ю.И., Бондаренко В.И., Рашидов В.А., Трусков А.А. Подводный вулкан Григорьева (Курильская островная дуга) // Вулканология и сейсмология. 2006. № 5. С. 17-26.
7. Блох Ю.И., Бондаренко В.И., Рашидов В.А., Трусков А.А. Вулканический массив Алайд (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. чл-корр. РАН Е.И. Гордеев. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2006. С. 135-143.
8. Блох Ю.И., Бондаренко В.И., Рашидов В.А., Трусков 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.
9. Бондаренко В.И., Надежный А.М. Акустические неоднородности осадочного чехла в районе предполагаемого газогидротермального выхода у о. Парамушир // Вулканология и сейсмология. 1987. № 2. С. 100-104.
10. Бондаренко В.И., Рашидов В.А. Погребенная подводная вулканическая зона к западу от о. Парамушир (Курильская островная дуга) // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2006. № 2 Вып. 8. С. 69-85.
11. Бондаренко В.И., Рашидов В.А., Селиверстов Н.И., Шкира В.А. Подводный вулкан к западу от о-ва Парамушир // Вулканология и сейсмология. 1994. № 1. С. 13-18.
12. Брусиловский Ю.В., Иваненко А.Н., Рашидов В.А. Анализ магнитного поля трех позднекайнозойских подводных вулканов в северной части Курильской островной дуги // Вулканология и сейсмология. 2004. № 2. С. 73-83.
13. Подводный вулканизм и зональность Курильской островной дуги / Отв. ред. Ю.М. Пущаровский. М.: Наука, 1992. 528 с.
14. Рашидов В.А. Геомагнитные исследования подводных вулканов северной части Курильской островной дуги // Геодинамика и вулканизм Курило-Камчатской островодужной системы. ИВГиГ ДВО РАН. Петропавловск-Камчатский. 2001. С. 300-315.
15. Рашидов В.А., Бондаренко В.И., Романова И.М., Палуева А.А. Геофизические исследования подводных вулканов Курильской островной дуги в электронных информационных ресурсах Интернет // Геофизический мониторинг Камчатки. Материалы научно-технической конференции 17-18 января 2006 г., г. Петропавловск-Камчатский. Петропавловск-Камчатский: КФ ГС РАН, 2006. С. 75-82.