

УДК 551. 214(265)

НОВЫЕ ДАННЫЕ О МОРФОЛОГИИ ПОДВОДНЫХ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ХРЕБТОВ ГИДРОГРАФОВ И БРОУТОНА (КУРИЛЬСКАЯ ОСТРОВНАЯ ДУГА)

© 2004 В. И. Бондаренко¹, В. А. Рашидов²

¹ Костромской Государственный Университет им. Н.А. Некрасова, 156000, г. Кострома, ул. 1 Мая, 14.

Факс: (0942)311322; e-mail: kgpu@kosnet.ru

² Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, 683006, г. Петропавловск-Камчатский, бульвар Пуйпа, 9. Факс: (415-22)59130; e-mail: rashidva@kcs.iks.ru

Приводятся новые данные о морфологии подводных вулканических хребтов Гидрографов и Броутона. В пределах этих хребтов выявлены четыре новых подводных вулкана, не вошедших в «Каталог подводных вулканов и гор Курильской островной дуги» – два в хребте Гидрографов и два – в хребте Броутона.

В период 1981-1991 гг. Институтом вулканологии ДВО РАН и Институтом вулканической геологии и геохимии ДВО РАН в пределах Курильской островной дуги выполнено 11 комплексных вулканологических экспедиций, в которых получен большой фактический материал и изучены 97 подводных вулканов (Подводный..., 1992).

В последующее 10 лет в этом районе, к огромному сожалению, подобные исследования не проводились.

Новые данные о строении подводных вулканов Курильской островной дуги были получены в начале XXI века рамках программы «КОМЕХ» (Geomar Report, 2000; Geomar Report, 2003).

Хребет Гидрографов. В 55- 60 км к северу от полуострова Чирип (о. Итуруп) и на расстоянии 102-115 км от вулканического фронта располагается подводный хребет Гидрографов (Подводный..., 1992; Gribidenko, Svarichevsky, 1984; Noll et al., 1996), простирающийся в западно-северо-западном направлении (рис. 1).

Довольно большой объем геолого-геофизических исследований в районе хребта (эхолотный промер, непрерывное сейсмоакустическое профилирование (НСП), гидромагнитная

съемка (ГМС), геологическое опробование) был выполнен в 15 и 17 рейсах НИС «Вулканолог» в 1982-83 гг. Результаты этих исследований приводятся в монографии (Подводный..., 1992). Новые данные, позволяющие уточнить представления о морфологии хребта и составе слагающих его пород, были получены в 2002 г. в 29 рейсе НИС «Академик Лаврентьев» (Geomar Report, 2003).

Хребет имеет сложное строение. Он поднимается со дна Курильской котловины с глубин 3000-3300 м и состоит из пяти подводных гор (рис. 2, 3). Горы имеют общее основание на глубинах ~2200 м. Крутизна склонов хребта изменяется от 10-20° у подножия до 25-30° в привершинной части. Склоны характеризуются очень сильным рассеянием сейсмического сигнала, что свидетельствует о неровном, расчлененном рельефе их поверхности.

Восточную часть хребта занимает крупная двухвершинная подводная гора (гора 7.14 по каталогу (Подводный..., 1992)), вытянутая в направлении простираения хребта. Размеры горы по основанию – 17x11 км. Гора имеет крутые (до 23°) северо-западные и юго-восточные склоны и уплощенную привершинную поверхность, расположенную на глубинах 1800-1700 м.

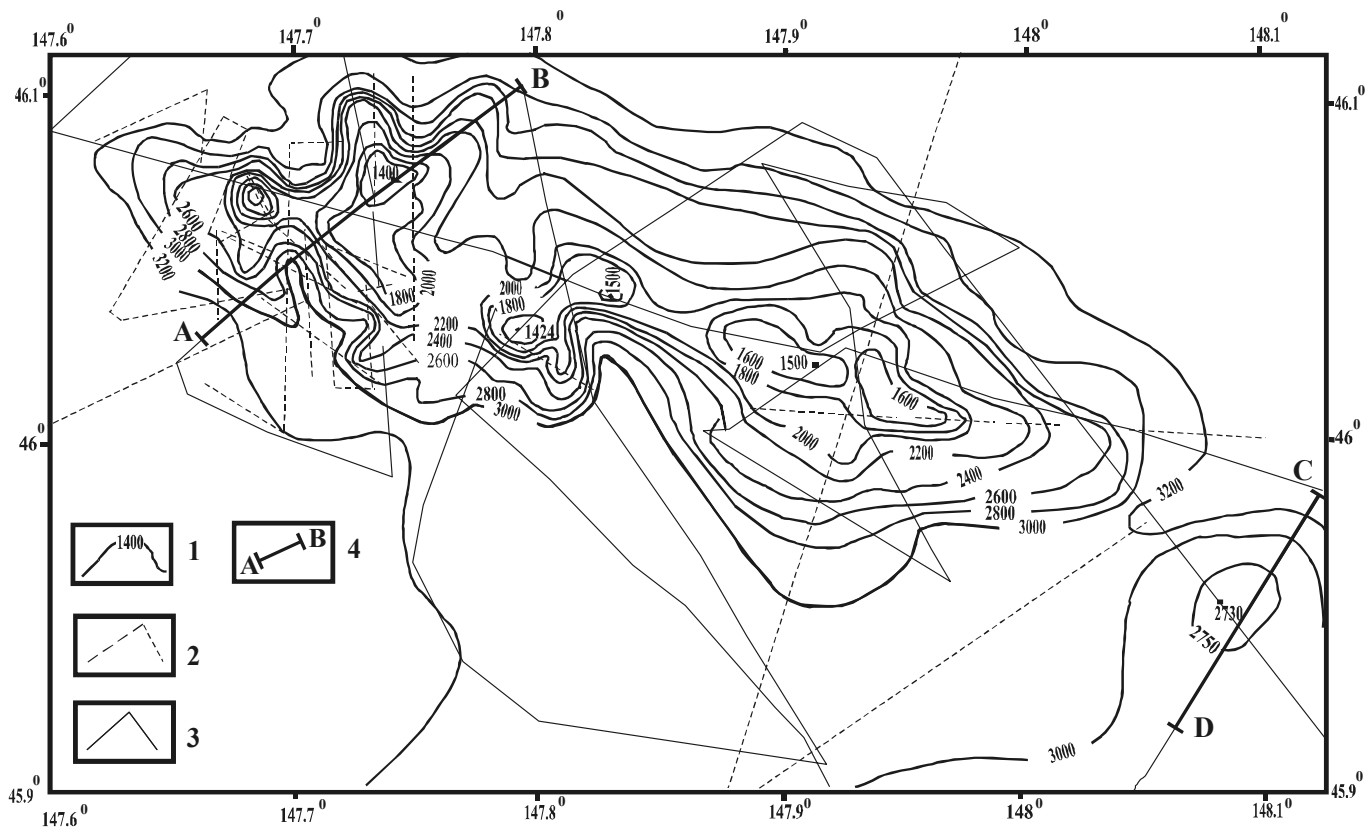


Рис. 2. Батиметрическая карта хребта Гидрографов. 1- изобаты, м; 2- профили НИС «Академик Лаврентьев»; 3- профили НИС «Вулканолог»; 4 – профили НСП, сейсмограммы по которым приведены на рис. 4, 5.

ряд крупных отрогов. В верхней части горы выделяется наклоненная к югу уплощенная поверхность, оконтуриваемая изобатой 1800 м, над которой возвышается ряд локальных вершин и небольших острых пиков. Минимальная зафиксированная глубина в северной части горы ~1400 м (рис. 2). На навигационных картах в этом районе указывается глубина 1303 м.

С запада к горе 7.12 примыкает еще одна небольшая подводная гора (гора 7.19), отделяемая от нее глубинами 2100-2200 м. Вершина ее поднимается до глубин порядка 1500 м. Размер основания горы на глубине 2400 м меньше 2.5 км, а относительная высота ~900 м (рис. 2).

Судя по характеру сейсмоакустического изображения на профилях НСП, рыхлые осадочные отложения на склонах хребта отсутствуют. Отмечается резкое ослабление интенсивности отражений от склонов хребта, появляются многочисленные записи боковых и дифрагированных волн. Местами поверхность дна может быть прослежена лишь как огибающая записей боковых отражений и дифрагированных волн. Наблюдаемая картина свидетельствует о пересеченном рельефе склонов хребта, с большим количеством мелких

неоднородностей. Обычно подобная картина характерна для подводных гор вулканического происхождения.

По данным НСП у южного подножия хребта Гидрографов отмечаются два участка, в пределах которых на профилях происходит полное исчезновение любых отражений как от поверхности дна, так и от других границ разреза. Лишь кое-где на глубинах, на 200 – 500 м меньше глубин дна моря на соседних участках, появляются очень слабые некоррелируемые отражения. Границы аномальных участков с соседними территориями очень резкие, практически вертикальные – на этих границах на сейсмограммах НСП резко обрываются все отражающие границы. Причиной наблюдаемой картины может являться наличие в пределах аномальных участков выходящих на поверхность дна структур с исключительно неровной, акустически жесткой поверхностью, приводящей к почти полному рассеянию энергии сейсмических сигналов. Подобными свойствами, вероятнее всего, могут обладать экстремные куполы.

Подножие хребта перекрывается с наложением мощной толщей (до 800 – 1100 м) го-

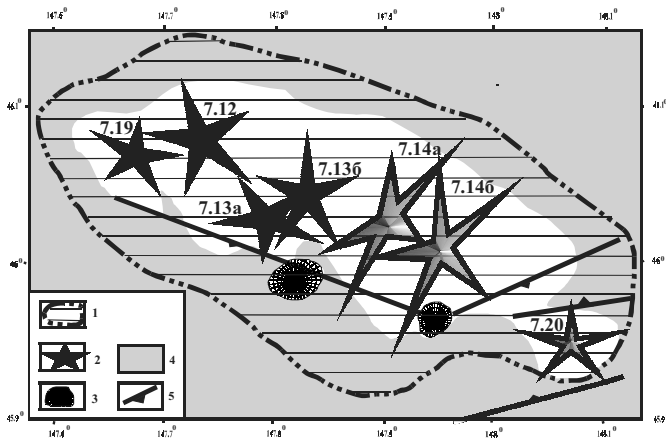


Рис. 3. Структурно-геоморфологическая схема хребта Гидрографов. 1- хребет Гидрографов; 2- подводные вулканы; 3 – предполагаемые экзотрузии; 4- область распространения осадочного чехла Курильской котловины; 5 – разломы.

ризонально-слоистых осадочных отложений Курильской глубоководной котловины. Это может указывать на его сравнительно древний возраст (не менее 4 млн. лет при скорости осадконакопления 20 см в 1000 лет). Хотя нельзя исключить, что отдельные горы в пределах хребта могут быть и моложе.

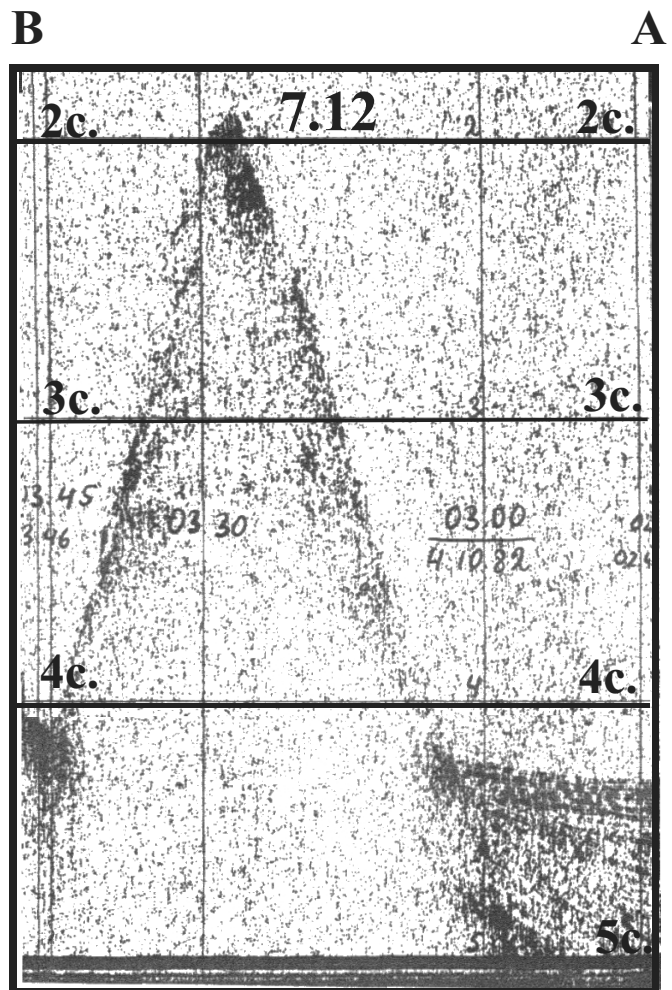
У юго-восточного основания хребта обнаружена еще одна небольшая вулканическая постройка – гора 7.20. Она располагается на границе Курильской котловины, в месте сочленения хребта Гидрографов с основанием приостровного склона о. Итуруп. Минимальная глубина, зафиксированная над ее вершиной, – 2730 м (рис. 2). Ее восточный и юго-восточный склоны с налеганием перекрываются мощной субгоризонтальной осадочной толщей, подстилающей располагающуюся здесь полого наклоненную площадку в рельефе дна на глубинах 2900-3000 м. Вершина постройки возвышается над этой площадкой на 150-200 м. Ее склоны прослеживаются под осадочной толщей до глубины 350-400 м ниже поверхности дна (рис. 5). Северный и северо-западный склоны постройки опускаются до дна Курильской котловины на глубинах 3200-3300 м. Здесь основание постройки обрывается крупным разломом. Таким образом, с учетом погребенной части постройки, размер ее основания – порядка 7-8 км, высота – не менее 600 м, а объем – около

Рис. 4. Фрагмент сейсмограммы НСП по профилю АВ через вулкан 7.12. Положение профиля см. на рис. 2.

10 км³. Возраст постройки скорее всего составляет несколько млн. лет.

По данным ГМС к подводным горам хребта Гидрографов приурочены слабоинтенсивные (60 – 130 нТл) положительные аномалии магнитного поля, выделяющиеся на фоне отрицательного поля интенсивностью от –100 до – 200 нТл.

В 15 и 17 рейсах НИС «Вулканолог» в пределах хребта Гидрографов было выполнено 5 станций драгирования: по две на постройках 7.12 и 7.14 и одна на постройке 7.13 (Подводный, 1992). Состав поднятого каменного материала отличается значительной пестротой. Преобладает окатанный материал – галька, гравий, валуны, глыбы – самого разного состава: андезиты, андезибазальты, туфоалевролиты, туфопесчаники, туфогравелиты, песчаники, экзотические для региона породы – граниты, гранитогнейсы, гранодиориты, диориты, габбро, пегматиты, кварциты. Глыбы, валуны, галька часто покрыты железомарганцевыми корками толщиной до 3-4 см. Меньшую



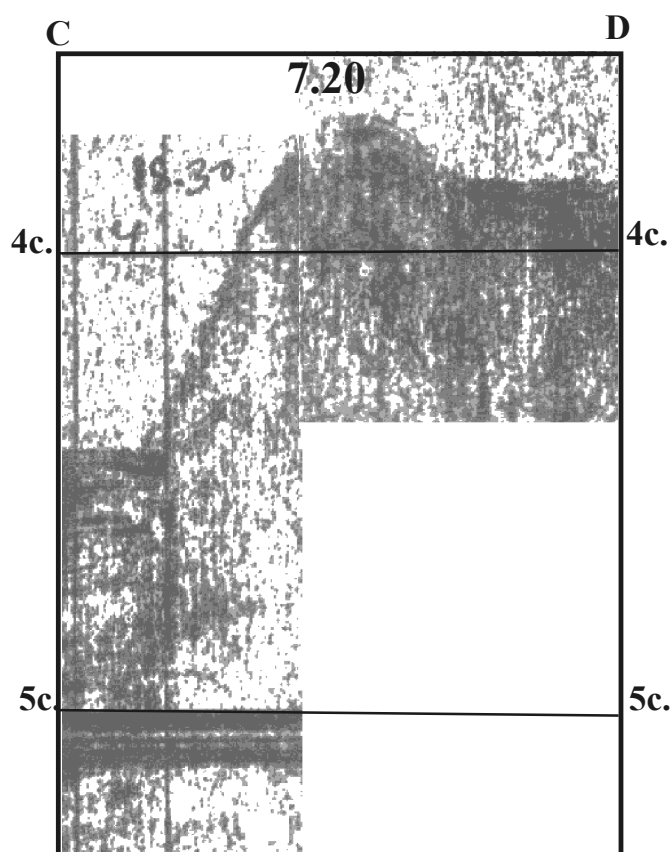


Рис. 5. Фрагмент сейсмограммы НСП по профилю CD через вулкан 7.20. Положение профиля см. на рис. 2.

роль среди драгированного материала играют угловатые обломки. Среди них преобладают андезиты. Драгами поднято также большое количество мшанок и алевритового ила. С привершинной части горы 7.12 были подняты крупные обломки андезидацитов. Среди поднятых обломков встречаются также туфы, алевриты, базальты, кварциты. Амфиболовые разности относятся к высококалиевой серии, а прироксеновые – к умеренно-калиевой серии нормального ряда (Подводный..., 1992; Ishikawa, Tera, 1997; Noll et al., 1996).

Следует отметить, что среди драгированного материала преобладают палеотипные породы. Наиболее свежими являются андезидациты и дациты, поднятые со склонов горы 7.12.

На подводной горе 7.12 одно нерезультативное драгирование было выполнено в 1 рейсе НИС «Маршал Геловани» в 1999 г. (Geomar Report, 2000) и пять результативных – в 29 рейсе НИС «Академик Лаврентьев» в 2002 г. (Geomar Report, 2003). Подняты андезибазальты, базальтовая пиллоу-лава, гранодиориты, габбро.

Структурно-морфологические особенности, характер магнитного поля, состав драгированных пород позволяют предполагать вулканическую природу хребта Гидрографов. Большая мощность перекрывающих основание хребта осадочных отложений, преобладание в составе драгированного материала палеотипных пород, большое количество среди этого материала экзотических пород, вероятнее всего попавших сюда в результате ледового разноса, свидетельствуют о значительном возрасте хребта, возможно, не менее 4-5 млн. лет. Уплощенные привершинные поверхности слагающих подводный хребет гор, располагающиеся на близких глубинах, а также преобладание в поднятых с его склонов драгах окатанного вулканического материала, могут свидетельствовать о том, что на каком-то этапе развития вершины хребта могли находиться вблизи уровня моря, а затем хребет испытал значительное погружение, по крайней мере, на 1300-1400 м.

Размеры хребта по погребенному основанию – 42 x 22 км, высота, с учетом погребенной части ~2500 - 2600 м, суммарный объем ~660 км³.

Хребет Броутона. Подводный хребет Броутона занимает крайнее северо-западное положение в пределах Броутонской поперечной вулканической зоны. Он располагается в 110 км от вулканического фронта [Подводный..., 1992], в 54 км к северо-западу от о-ва Броутона (рис. 1). Подводная гора 6.5 (по каталогу (Подводный..., 1992)), являющаяся частью хребта Броутона, была обнаружена в 15 рейсе НИС «Вулканолог» в 1982 г., когда здесь, в центральной и юго-восточной частях хребта, были отработаны 4 геофизических профиля (Подводный..., 1992)). Еще 4 геофизических профиля были отработаны в 29 и 40 рейсах НИС «Вулканолог» (Подводный..., 1992).

В 2002 г. в 29 рейсе НИС «Академик Лаврентьев» на хребте Броутона были отработаны еще несколько геофизических профилей, которые позволяют уточнить представления о его морфологии и строении (Geomar Report, 2003).

Выделенная ранее обособленная подводная гора (Подводный..., 1992), по современным представлениям, является одной из трех слившихся по основанию гор подводного хребта, вытянутого в северо-западном направлении (рис. 6, 7). Эти три горы составляют единый подводный хребет, в пределах которого выделены подводные горы: 6.5а, 6.5б и 6.5в. На юго-

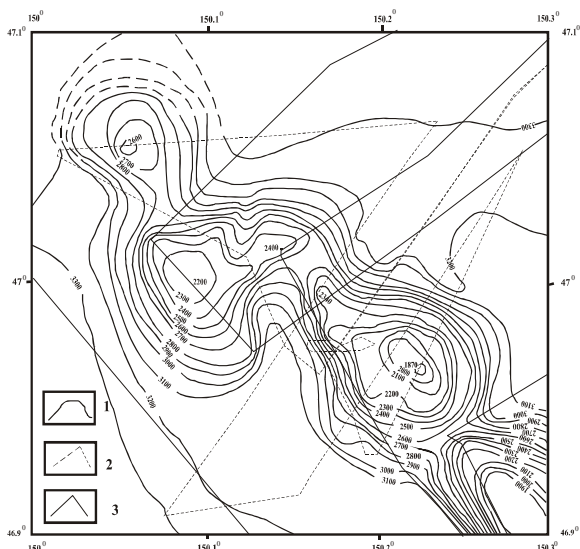


Рис. 6. Батиметрическая карта хребта Броутона. 1- изобаты, м; 2- профили НИС «Академик Лаврентьев»; 3- профили НИС «Вулканолог».

востоке седловиной с глубинами чуть больше 2600 м хребет Броутона отделяется от вулканического массива Вавилова (влк. 6.7). На северо-западе хребет, по-видимому, погружается под осадочный чехол Курильской котловины.

Юго-восточную часть хребта занимает довольно крупная изометричная подводная гора (гора 6.5а). Она поднимается над дном Курильской котловины с глубин порядка 3200 м до глубины 1875 м. Размеры горы на уровне дна Курильской котловины – 7.5 x 9.5 км. В северо-западном направлении от горы отходит небольшой отрог с глубинами 2300-2400 м (рис. 6). На сейсмограммах НСП склоны горы прослеживаются в основном по записям дифрагированных волн и непротяженным фрагментам отражающих границ слабой интенсивности. Крутизна склонов в нижней и средней частях постройки достигает 30-40°, а в верхней части она уменьшается до 5-10°. Северо-восточное подножие горы 6.5а, судя по данным НСП, обрывается разломом (рис. 7). Геоморфологические данные позволяют также предполагать наличие подобных разломов с юго-западной стороны горы 6.5а.

В средней части хребта располагается другая, несколько вытянутая в северо-восточном направлении, двухвершинная гора (гора 6.5б). Размеры горы по основанию 12x8.5 км. Минимальная глубина юго-западной вершины – около 2200 м, северо-восточной вершины – около 2400 м. Их разделяют глубины порядка 2500 м. На юго-востоке седловиной с глубинами порядка

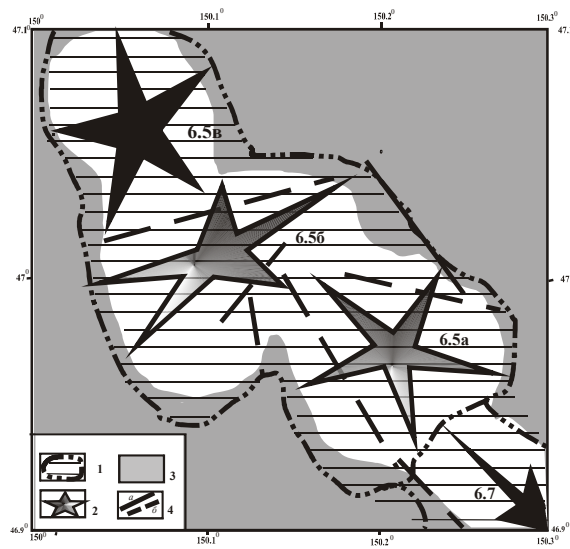


Рис. 7. Структурно-геоморфологическая схема хребта Броутона. 1- хребет Броутона; 2- подводные вулканы; 3 - область распространения осадочного чехла Курильской котловины; 4 – разломы: а – установленные, б- предполагаемые.

2650-2700 м гора отделяется от горы 6.5а (рис. 6). Гора имеет крутые, неровные склоны, крутизна которых изменяется в диапазоне 10-30°. На северо-востоке гора обрывается крутым уступом восточно-северо-восточного простирания, связанным, по-видимому, с разломом. Наличие разломов можно предположить и в северо-западной части горы 6.5б.

На северо-западном краю хребта располагается еще одна подводная гора (гора 6.5в). Минимальная зарегистрированная глубина над вершиной менее 2600 м. Размер основания горы на уровне дна Курильской котловины 7-8 км. От горы 6.5б она отделяется седловиной на глубине 2750-2800 м (рис. 6).

Необходимо отметить, что выполненные к настоящему времени исследования не позволяют дать более детальное и полное описание рельефа подводного хребта Броутона. Имеющаяся схема промерных профилей не является оптимальной для решения поставленной задачи (Надежный, Бондаренко, 1986). Большая часть профилей ориентирована в одном направлении – с юго-запада на северо-восток. Расстояние между профилями местами составляет 5-6

км. Все это допускает возможность существования довольно крупных, размером до нескольких километров, подводных вершин, не обнаруженных по имеющимся данным геофизических исследований.

Судя по характеру сейсмоакустического изображения на профилях НСП, рыхлые осадочные отложения на склонах хребта отсутствуют. Отмечается резкое ослабление интенсивности отражений от склонов хребта, появляются многочисленные записи боковых и дифрагированных волн. Местами поверхность дна может быть прослежена лишь как огибающая коротких фрагментов отражающих границ слабой интенсивности, записей боковых отражений и дифрагированных волн. Наблюдаемая картина сейсмоакустического изображения свидетельствует о резко неровном рельефе склонов хребта, с большим количеством мелких неоднородностей (от нескольких до десятков метров). Обычно подобная картина характерна для подводных гор вулканического происхождения.

Мощность осадочных отложений вблизи основания хребта не менее 0.8-1.0 км. Взаимоотношения этих отложений и подножия массива недостаточно ясные. Скорее всего, возраст хребта Броутона соответствует возрасту нижней части этих отложений или древнее. С учетом предполагаемых для данного района скоростей осадконакопления (Горбаренко, Ковалюх, 1986), этот возраст может превышать несколько миллионов лет.

Центральная гора подводного хребта Броутона располагается в области развития отрицательных значений аномального магнитного поля. Минимум аномалии (-240 нТл) приурочен к северо-западному склону постройки, максимум (до 20 нТл) - к юго-восточному склону, т.е. максимальный градиент наблюдается вдоль оси постройки. Отрицательные аномалии магнитного поля также могут свидетельствовать о древнем возрасте хребта, не моложе времени последней инверсии магнитного поля Земли (700 тыс. лет назад).

В 29 рейсе НИС «Академик Лаврентьев» в 2002 г. (Geomar Report, 2003) на хребте Броутона выполнено 4 результативных драгирования. Подняты базальты, андезибазальты, дациты, туфы, граниты, гранодиориты, диориты, железомарганцевые корки.

Полученные данные позволяют существенно уточнить морфологию и строение хребта,

хотя не исключено, что новые, более детальные исследования могут выявить ряд новых особенностей его морфологии, которые нельзя обнаружить при современном состоянии изученности.

Подводный хребет Броутона вытянут в северо-западном направлении и включает в себя, по крайней мере, 3 довольно крупные подводные горы, слившиеся по основанию. С учетом погребенного основания хребта, общая высота гор 6.5а, 6.5б, 6.5в может составлять, соответственно, 2100, 1800 и 1400 м. Объемы построек могут быть оценены, соответственно, величинами 61, 66 и 26 км³. Протяженность хребта с юго-востока на северо-запад около 23 км, суммарный объем – порядка 153 км³. Судя по имеющимся данным, хребет Броутона представляет собою, скорее всего, древнюю вулканическую постройку. Возраст его, возможно, несколько миллионов лет.

Заключение

В пределах Курильской островной дуги выявлено четыре новых подводных вулкана, не вошедших в «Каталог подводных вулканов и гор Курильской островной дуги» (Подводный..., 1992) – два в хребте Гидрографов и два – в хребте Броутона.

Несомненно, что при проведении планомерных комплексных геолого-геофизических исследований по плотной сети профилей, вероятность обнаружения новых вулканических объектов в пределах Курильской островной дуги существенно возрастает.

Проведенные исследования позволяют предположить, что возраст подводных вулканических хребтов Гидрографов и Броутона, по крайней мере, несколько миллионов лет.

Возможно, что вершинная часть хребта Гидрографов на определенном этапе развития могла находиться вблизи уровня моря, а затем испытала значительные погружения.

Авторы выражают благодарность к.г.-м.н. Б.В. Баранову за предоставление данных, полученных в рамках программы «КОМЕХ» и за критические замечания, высказанные им в процессе подготовки статьи.

Работа выполнена при финансовой поддержке ДВО РАН 2004 г. (проект 04-3-А-08-054) и ФЦП «Интеграция науки и высшего образования России на 2002-2006 гг.» (проект Э0334).

Список литературы

Горбаренко С.А., Ковалюх Н.Н. Скорость осадконакопления в Охотском море в голоцене и верхнем плейстоцене по данным радиоуглеродных датировок и изотопной стратиграфии // *Космическое вещество*. Киев: Наукова Думка, 1986. С. 136-139.

Надежный А.М., Бондаренко В.И. К вопросу о методике полигонных исследований на подводных вулканах // *Вулканология и сейсмология*. 1986. № 4. С. 34-42.

Подводный вулканизм и зональность Курильской островной дуги / Отв. ред. Пущаровский Ю.М. М.: Наука, 1992. 528 с.

Gnibidenko G.S., Svarichevsky A.S. Tectonics of the South Okhotsk Deep-Sea Basin // *Tectonophysiks*. 1984. V. 102. P. 225-244.

Geomar Report 88 / Ed. Biebow N., Ludmann T., Karp B., Kulinich R. Geomar Research Center for Marine Geosciences Christian Albrechts University in Kiel. Kiel, 2000. 296 p.

Geomar Report 110 / Ed. Biebow N., Kulinich R., Baranov B. Geomar Research Center for Marine Geosciences Christian Albrechts University in Kiel. Kiel, 2003. 190 p.

Ishikawa T., Tera F. Source, composition and distribution of the fluid in the Kurile mantle wedge: Constraints from across-arc variations of B/ Nb and B isotopes // *Earth and Planetary Science Letters*. 1997. V. 152. P. 123-138.

Noll Jr., Newsom H.E., Leeman W.P., Ryan J.G. The role of hydrothermal fluids in the production of subduction zone magmas: Evidence from siderophile and chalcophile trace elements and boron // *Geochimika and Cosmochimica Acta*. 1996. V. 60. № 4. P. 587-611.

New data regarding morphology of Submarine Volcanic Ridges Gidrographov and Browton (Kurile Island Arc)

V.I. Bondarenko¹, V.A. Rashidov²

¹ *State Nekrasov University of Kostroma, 156000, Kostroma, 1st May Street,
Fax: (0942) 311322; e-mail: kgpu@kosnet.ru*

² *Institute of Volcanology and Seismology, FED RAS, 683006 Petropavlovsk- Kamchatsky,
Piip Blvd., 9, Fax: (415-22)59130; e-mail: rashidva@kcs.iks.ru*

There has been given a new data regarding morphology of submarine volcanic ridges Gidrographov and Browton (Kurile island arc). Within the limits of this ridges there has been discovered four new submarine volcanoes, that has not been included in the Catalogue of «Submarine volcanoes and mountains of Kurile island arc». Two in the Gidrographov ridge and two in the Browton ridge.