

УДК 551.432:550.83:551.214(265.53)

ГЕОМОРФОЛОГИЯ ПОДВОДНОГО ХРЕБТА ШОКАЛЬСКОГО (КУРИЛЬСКАЯ ОСТРОВНАЯ ДУГА)

© 2013 В.И. Бондаренко¹, В.А. Рашидов²¹Костромской ГУ им. Н.А. Некрасова, г. Кострома, 156961; e-mail: vbond@list.ru;²Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН

В 80-е годы XX в. камчатскими учеными в рейсах НИС «Вулканолог» в районе подводного хребта Шокальского было отработано 17 геофизических профилей общей протяженностью ~ 1100 погонных км. В результате проведенных исследований охарактеризована геоморфология хребта Шокальского и установлено, что он включает четыре крупных вулканических массива. В пределах хребта выявлено большое количество разрывных нарушений, в том числе и с признаками недавней активности. Амплитуда смещения по некоторым из них может достигать сотен метров. Расчленяющие хребет Шокальского каньоны приурочены в основном к поперечным грабенообразным структурам.

Ключевые слова: геоморфология, хребет Шокальского, Курильская островная дуга, разрывные нарушения.

Охотоморский склон о. Уруп является одним из наименее изученных районов Курильской островной дуги (КОД). Впервые несколько промерных профилей были выполнены здесь сотрудниками Института океанологии АН СССР на НИС «Витязь» в середине 50-х годов XX в. (Безруков и др., 1958). По данным этих исследований в средней части Охотоморского склона о. Уруп, в 20-25 км от него, было обнаружено валлообразное поднятие, протягивающееся с юго-запада на северо-восток, субпараллельно острову. С вершины поднятия были взяты пробы песков. Это поднятие получило название хребет Шокальского в честь отечественного географа, океанографа и картографа Юлия Михайловича Шокальского (Безруков и др., 1958). На геоморфологической карте Курило-Камчатской дуги (юго-западная часть), изданной в 1960 г. (Атлас..., 2009, с. 194-195) в пределах хребта Шокальского показаны уже четыре вулканических конуса и два аналогичных конуса – к северо-востоку от хребта на Охотоморском склоне о. Уруп, то есть впервые высказано предположение о вулканической природе хребта. Аналогичное распределение подводных вулканов дано и в работе (Сергеев, 1976).

В работе (Атлас..., 2009, с. 176) в пределах хребта Шокальского показаны три подводных вулкана и две очаговые структуры неясного

происхождения к северо-востоку от него. Хребет Шокальского показан на геоморфологической карте в работе (Атлас..., 2004).

Упоминание о вулканическом хребте Шокальского встречается в работах А.С. Сваричевского с соавторами (Геолого-геофизический..., 1987; Сваричевский, 1985; Сваричевский., Сваричевская, 1982; Gnibidenko, Svarichevsky, 1984). В.В. Куделькин (Атлас..., 1994; Курильские ..., 2004) выделяет на охотоморском склоне о. Уруп два крупных вулканических сейсмомассива плиоцен-четвертичного возраста, а вблизи южной оконечности острова – еще два массива позднемiocен-плиоценового возраста.

Сотрудниками СахКНИИ в 21 рейсе НИС «Пегас» на хребте Шокальского на глубине 1800 м была отработана единичная дрга 2136, в которой подняты плотные слабо хлоритизированные песчаники, туфопесчаники, туфоалевролиты, алевролиты и гравелиты, напоминающие отложения луговской свиты о. Уруп (N_1^{1-2}) (Корнев и др., 1982). Сверху некоторые образцы покрыты коркой железомарганцевых образований мощностью до 2 мм (Орлов, 1982).

Все упоминаемые работы, в основном, базируются на результатах исследований по отдельным рекогносцировочным геофизическим профилям, а работы, посвященные специальным

ГЕОМОРФОЛОГИЯ ПОДВОДНОГО ХРЕБТА ШОКАЛЬСКОГО

исследованиям хребта Шокальского, авторам настоящей статьи не известны.

В 80-е годы XX в. камчатскими учеными в рейсах НИС «Вулканолог» в районе подводного хребта Шокальского (Бондаренко, Рашидов, 2009; Подводный..., 1992) было отработано 17 геофизических профилей общей протяженностью ~ 1100 погонных км (рис. 1). Комплекс исследований включал в себя эхолотный промер, непрерывное сейсмоакустическое профилирование (НСП) в одноканальном варианте в модификации метода центрального луча с применением электроискрового источника типа «спаркер» и модульную гидромагнитную съемку. В пределах хребта Шокальского в 40 км к северо-северо-западу от мыса Ван-дер-Линда на глубине 1250 м была выполнена также одна станция драгирования В24-28. Подняты угловатый обломок габбро, окатанные обломки вулканических, суб-

вулканических и интрузивных пород, обломки пемзы и железомарганцевые корки. Содержание Fe и Mn в драгированной железомарганцевой корке составляет, соответственно, 17.6 и 12.7%. Корка содержит в своем составе Fe-вернадит и Mn-ферроксит – минералы характерные для гидротермальных железомарганцевых образований (Дубинин и др., 2008).

Следует отметить, что ранее камчатские вулканологи подробно не рассматривали хребет Шокальского и считали, что он имеет тектоническое происхождение (Подводный..., 1992). Детальная интерпретация геофизических материалов, полученных в рейсах НИС «Вулканолог», и анализ новых литературных источников заставляют авторов настоящей статьи вернуться к упоминавшимся ранее (Атлас..., 2009, с. 194-195; Безруков и др., 1958; Сергеев, 1976) представлениям о вулканической природе хребта.

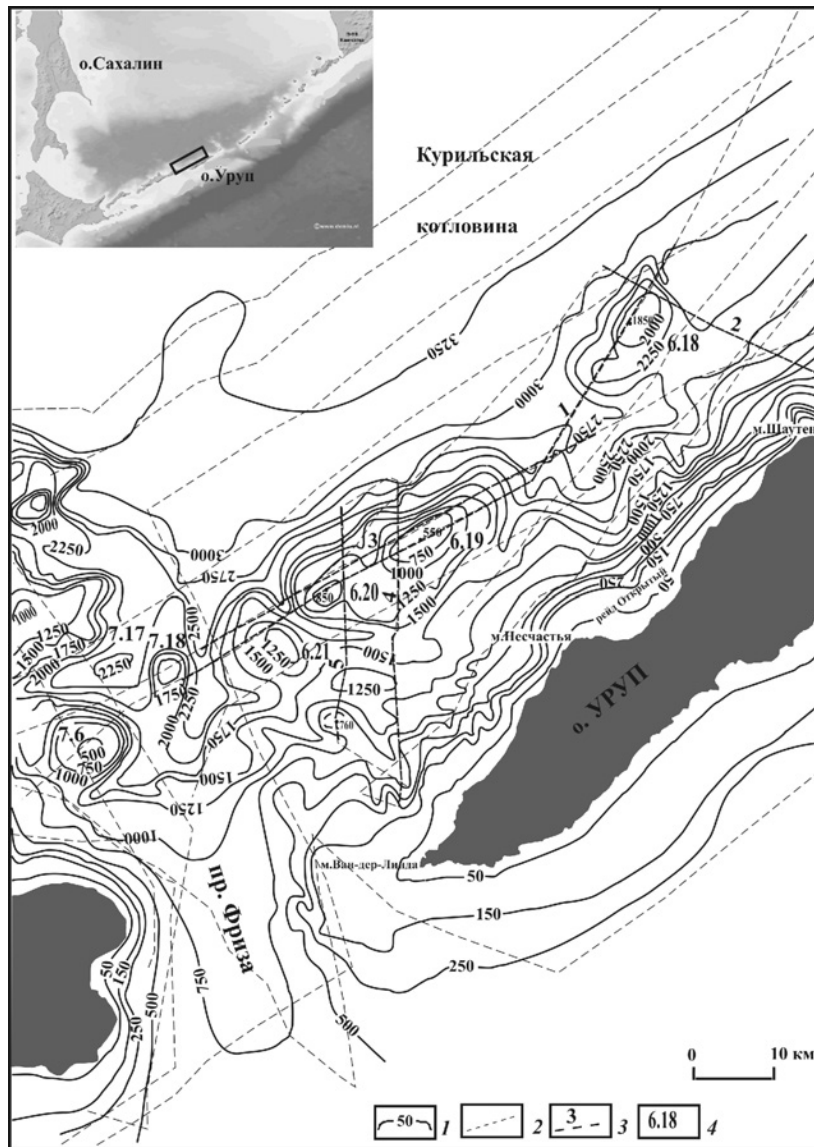


Рис. 1. Батиметрическая карта охотоморского склона о. Уруп и пролива Фриза: 1 – изобаты; 2 – геофизические профили; 3 – линии демонстрационных профилей НСП (см. текст, а также рис. 2, 3, 5-7); 4 – номера вулканических массивов. На врезке показано расположение района исследований.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Хребет Шокальского располагается на Охотоморском склоне о. Уруп, характеризующемся очень узким шельфом на глубинах 100-160 м. Ширина шельфа обычно не превышает 5 км, а на отдельных участках он отсутствует (рис. 1). Лишь к юго-западу от мыса Ван-дер-Линда, в северо-восточной части пролива Фриза, шельфовая терраса на глубинах до 160 м расширяется до 10-12 км. Достаточно хорошо шельф развит с океанической стороны о. Уруп, где его ширина составляет 8-10 км.

Охотоморский склон о. Уруп в своей верхней части круто погружается до глубин 1500-1600 м в южной части острова и до глубин 2300-2400 м – в северной части. Склоны здесь очень крутые. Угол наклона местами превышает 10-15°. По данным НСП, верхней части разреза склона соответствует сложная картина сейсмоакустического изображения с многочисленными отражающими границами разной протяженности, интенсивности, степени выраженности, местами с довольно высоким уровнем записи нерегулярных сигналов-помех (рис. 2). Обычно преобладают субгоризонтальные границы, но на отдельных участках появляются зоны с преобладанием наклонных или изогнутых границ. Характерным является также сложное линзовидное переслаивание. Наблюдаемая картина сейсмоакустического изображения, вероятнее всего, соответствует сложной толще преимущественно рыхлых отложений, сформировавшейся в высокодинамичной обстановке, менявшейся как во времени, так и по латерали. Видимая мощ-

ность этой толщи местами до 0.9 с удвоенного времени распространения сигнала (с.у.в.), что может соответствовать 0.9-1.2 км. По данным (Ковтунович и др., 2004; Курильские..., 2004) вдоль охотоморского побережья о. Уруп широко распространены образования рыбаковской свиты позднемиоценового-плиоценового возраста, представленные линзовидно переслаивающимися гиалокластитами основного и среднего состава различной размерности, вулканическими турбидитами, чередующимися с туфоалевролитами, туфопесчаниками, туфогравелитами, туфоконгломератами, туфоконгломератобрекчиями, туффитами дацитов и риодацитов и др. Вероятно, эти образования слагают верхнюю часть охотоморского склона о. Уруп.

Склон расчленен многочисленными эрозионными врезами и подводными каньонами. Глубина вреза меняется от первых десятков до нескольких сотен метров. Кроме того, по нарушениям волновой картины и смещениям отражающих границ на сейсмограммах НСП, здесь можно выделить большое количество разрывных нарушений (рис. 2). К сожалению, отработанная схема промерных профилей во многих случаях не позволяет выполнить корректную межпрофильную корреляцию этих нарушений. Прокоррелировать удастся лишь часть из фиксируемых на сейсмограммах разрывных нарушений

В районах мысов Несчастья и Шаутен (рис. 1) картина сейсмоакустического изображения верхней части приостровного склона отличается от описанной ранее. Верхняя часть охотоморского склона о. Уруп в этом районе перекрывается толщей акустически непрозрачных отложений (рис. 3).

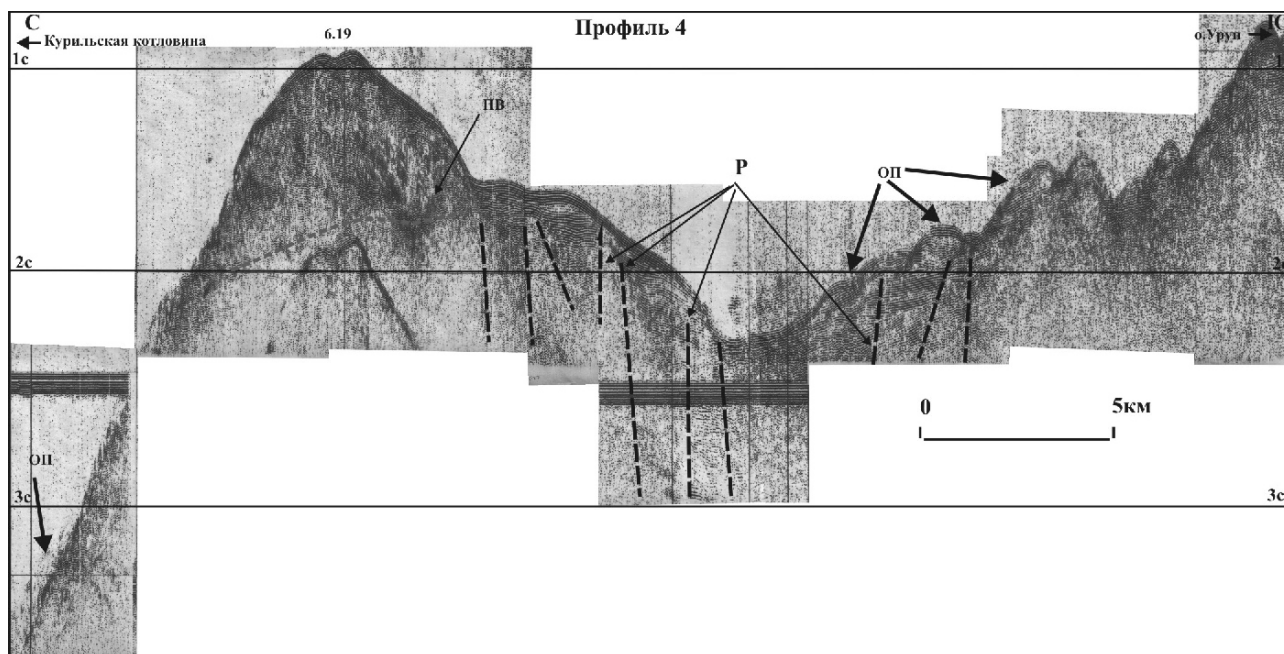


Рис. 2. Фрагмент сейсмограммы НСП по профилю 4: Р – предполагаемые разломы; ОП – предполагаемые оползневые образования; ПВ – предполагаемая древняя поверхность выравнивания.

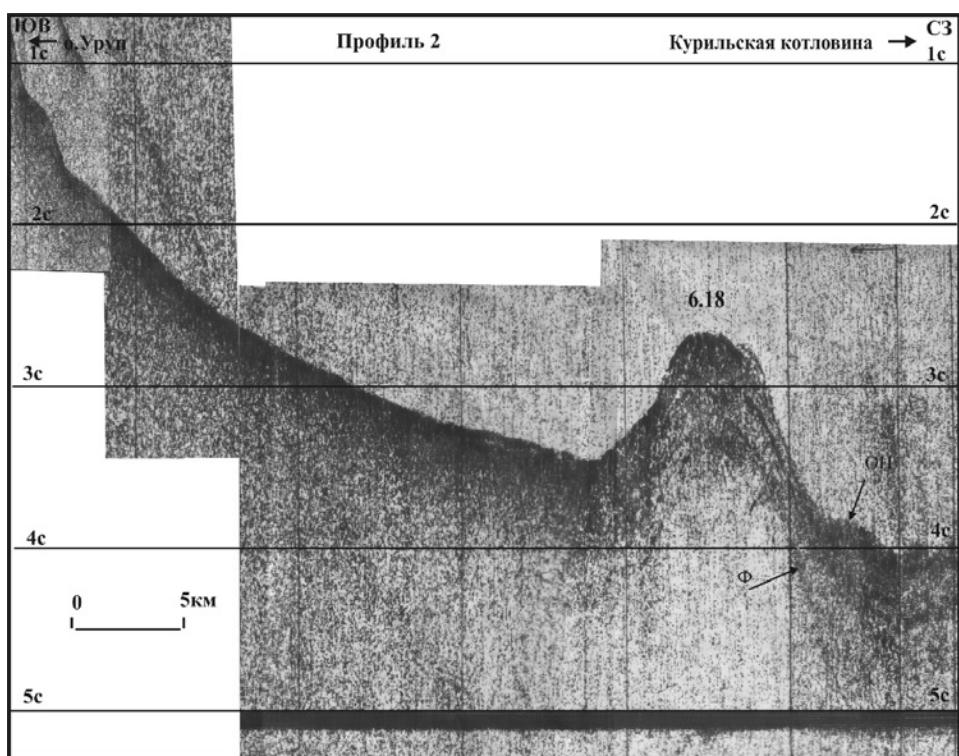


Рис. 3. Фрагмент сейсмограммы НСП по профилю 2: ОП – предполагаемые оползневые образования; Ф – плотные вулканические породы.

На сейсмограммах НСП этим отложениям соответствует картина с высоким уровнем записи некоррелируемых сигналов, на фоне которых местами выделяются отдельные, иногда относительно протяженные, разно ориентированные оси синфазности сигнала. Мощность этих отложений установить не представляется возможным, но по нашему мнению она превышает 0.2 с.у.в. Судя по характеру сейсмоакустического изображения, эти отложения, скорее всего, представлены вулканогенными и вулканогенно-осадочными отложениями. Источником отлагающегося материала, вероятно, являются располагающиеся неподалеку четвертичные вулканы о. Уруп.

В средней части Охотоморского склона о. Уруп выделяется пологая ложбина, погружающаяся в северо-восточном направлении, которая отделяет от верхней части склона валообразное поднятие хребта Шокальского, включающего, по нашим данным, четыре крупных вулканических массива (рис. 1, 4). Для того, чтобы не нарушать принятую нумерацию подводных вулканов КОД (Подводный..., 1992) этим массивам нами были присвоены номера 6.18-6.21.

Самый северный из этих массивов (6.18) отделяется от верхней части склона глубинами 2300-2400 м. Уплощенная вершинная поверхность поднимается до глубины 1850 м. Массив 6.18 представляет собою постройку, вытянутую в северо-восточном направлении. На профиле НСП, пересекающем массив в его северо-вос-

точной части (рис. 3) отчетливо просматривается ее сложное внутреннее строение. Верхней части разреза массива 6.18, до глубины 0.6-0.8 с.у.в., соответствует картина сейсмоакустического изображения с высоким уровнем записи нерегулярных сигналов и с большим количеством слабо коррелируемых, чаще непротяженных осей синфазности сигнала, в целом намечающих наличие слабо выраженной периклинальной слоистости. На этом фоне выделяются несколько более интенсивных протяженных отражающих границ. Подобная картина часто свойственна вулканическим постройкам, сложенным преимущественно рыхлым материалом с отдельными лавовыми прослоями (Бондаренко, 1990, Селиверстов, Бондаренко, 1983).

На глубинах 0.6-1.0 с.у.в. от поверхности дна внутри постройки на сейсмограмме НСП отчетливо выделяется протяженная сейсмически шероховатая жесткая граница, соответствующая, возможно, поверхности жесткого ядра, сложенного плотными вулканическими породами (рис. 3, Ф). В районе северо-западного подножия массива она прослеживается до глубины 5 с.у.в. (более 1.0 с ниже поверхности дна).

Северо-западное подножие массива, на границе с Курильской котловиной, перекрывается довольно мощной, до 0.4-0.5 с.у.в., толщиной, по видимому, оползневых отложений (рис. 3, ОП). На сейсмограммах НСП они идентифицируются по характерному рисунку изображения с мно-

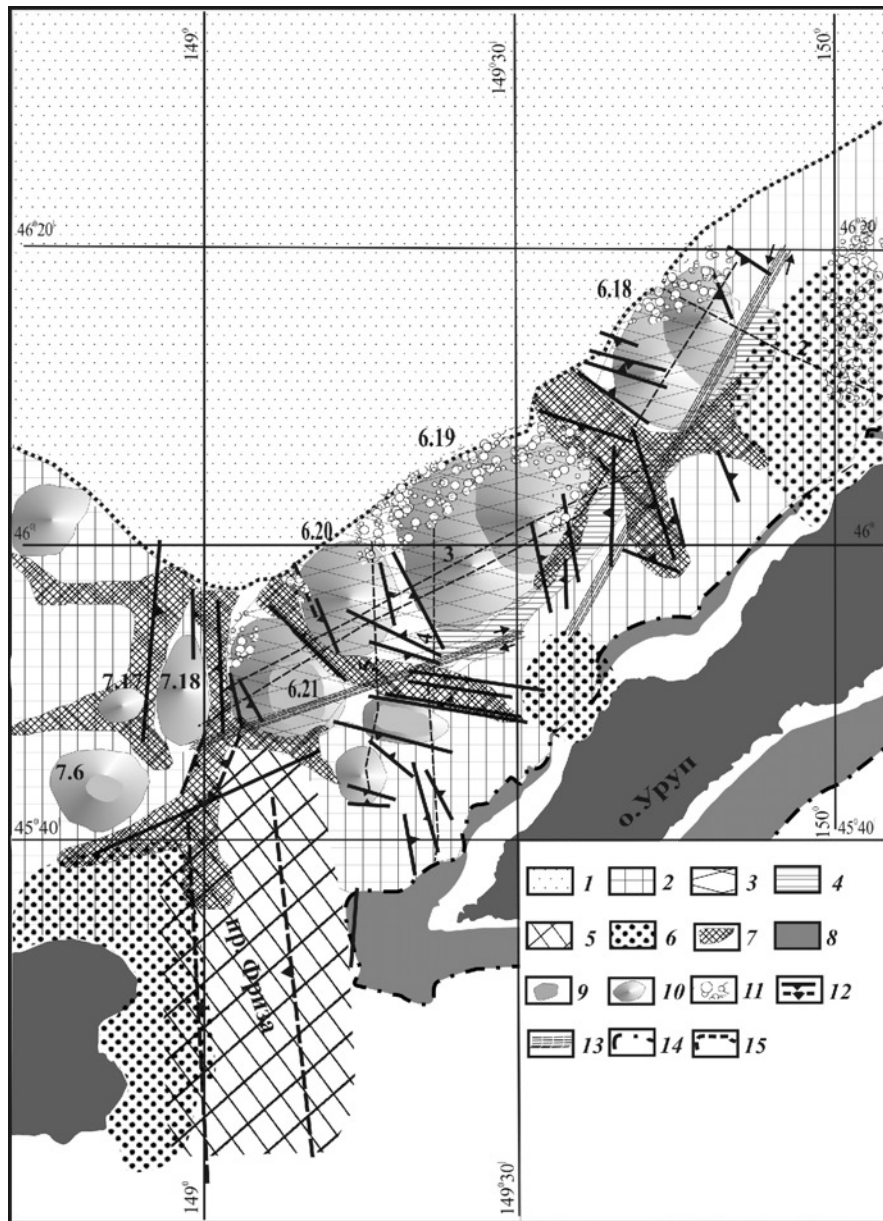


Рис. 4. Морфоструктурная схема района хребта Шокальского: 1 – плоская аккумулятивная поверхность дна Курильской котловины; 2 – крутонаклонные эрозионно-тектонические или эрозионно-вулканогенные поверхности дна верхней части склонов БКГ; 3 – хребет Шокальского; 4 – ложбина, отделяющая хребет Шокальского о верхней части склона о. Уруп; 5 – желоб пролива Фриза; 6 – участки распространения предполагаемых четвертичных вулканогенных отложений; 7 – крупные подводные каньоны; 8-9 – плоские участки дна на глубинах до 140-160 м, соответствующих голоценовому повышению уровня моря (8), и на глубинах более 160 м (9); 10 – подводные горы; 11 – участки распространения оползневых отложений; 12 – разломы установленные и предполагаемые по данным геофизических исследований; 13 – предполагаемые зоны сдвигов; 14 – бровка шельфа; 15 – граница Курильской котловины.

жеством чаще всего хаотично ориентированных непротяженных осей синфазности сигнала.

Предполагаемые четвертичные вулканогенные отложения верхней части приостровного склона (Атлас..., 1994; Курильские..., 2004) с налеганием перекрывают основание массива 6.18, что указывает на более древний возраст последнего.

Судя по характеру сейсмоакустического изображения на профиле, пересекающем массив в направлении с северо-востока на юго-запад (рис. 5), можно предположить, что большая

часть массива слагается плотными вулканическими породами, рыхлые отложения играют заметную роль лишь в верхней части его разреза. Сам массив, скорее всего, включает минимум две слившиеся вулканические постройки, располагающиеся вдоль линии северо-восточного простираения (азимут простираения 35°).

С юго-запада массив ограничивается довольно крупным подводным каньоном, отделяющим его от массива 6.19. Этот каньон протягивается в юго-восточном направлении ~ на 20 км от края

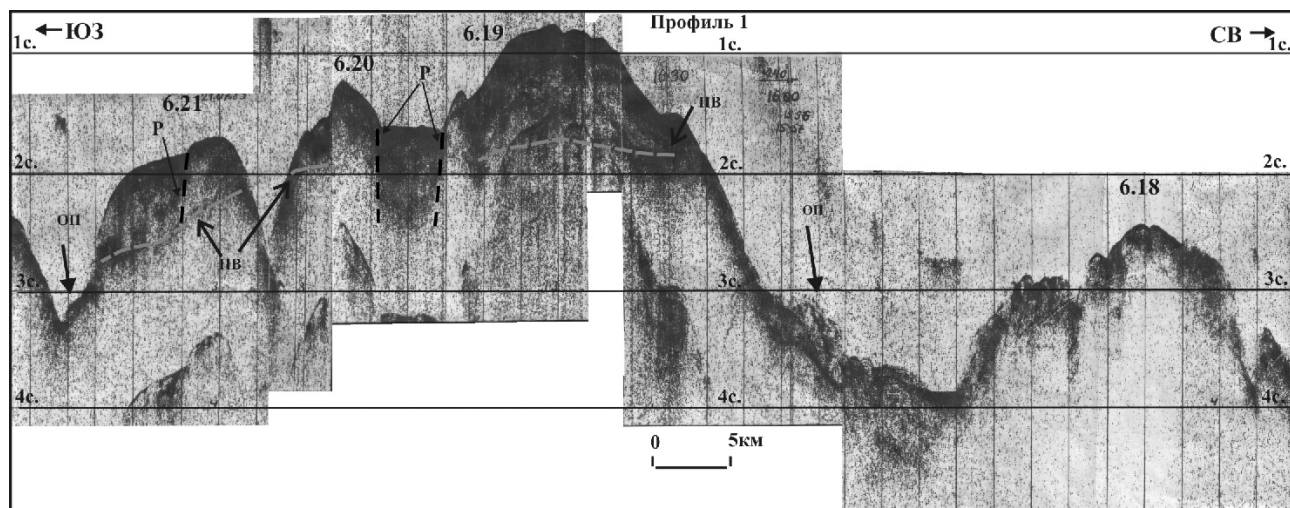


Рис. 5. Фрагмент сейсмограммы НСП по профилю 1. Буквенные обозначения см. на рис. 2.

Курильской глубоководной котловины в сторону рейда Открытого на о. Уруп (рис. 1, 4, 5). Два ответвления каньона в его средней части протягиваются в северо-восточном и юго-западном направлениях, почти параллельно простиранию о. Уруп. Глубина вреза каньона достигает 200-500 м. Каньон асимметричный. Его юго-западный борт значительно выше северо-восточного. Нижние части бортов каньона и его придонная часть характеризуются неровным бугристым рельефом (рис. 5), обусловленным, по-видимому, широким распространением оползневых отложений. Мощность этих отложений в осевой части каньона достигает 0,8 с.у.в. Массив 6.19 протягивается в северо-восточном направлении ~ на 23 км, а ширина его достигает 17 км. Азимут простирания массива – 60°. От о. Уруп массив отделяется глубинами 1600-1700 м. Вершинная часть массива имеет в целом полого выпуклую форму (рис. 1, 5). Северо-западные и северные склоны очень неровные и крутые – до 20-30°. Южные и юго-восточные склоны менее крутые – 5-15°. Минимальная зафиксированная глубина в пределах массива 6.19 составляет 550 м.

Массив имеет сложное «двухъярусное» строение. Нижняя часть массива сложена, скорее всего, какими-то плотными, возможно эффузивными породами. Их поверхность на профилях НСП местами фиксируется как жесткая, сейсмически шероховатая, с множеством точек дифракции отражающая граница (рис. 6, Ф). На северо-западных склонах она прослеживается до дна Курильской котловины, достигая глубин, превышающих 3000 м, на северо-востоке – до дна каньона, разделяющего массивы 6.18 и 6.19. На профилях к югу от массива 6.19 поверхность основания массива прослежена под перекрывающими его отложениями, в основном, по записям дифрагированных волн. В нижней части борта каньона северо-восточные склоны

перекрываются мощной толщей предполагаемых оползневых отложений. Основание массива в данном месте прослеживается до глубины > 3400 м. Оползневые отложения также широко распространены на северных и северо-западных склонах массива (рис. 5, 6, ОП).

Нижняя часть массива 6.19 имеет плоскую слабонаклонную поверхность на глубинах 1,7-1,9 с.у.в., что может соответствовать 1300-1500 м. На этой поверхности с несогласием располагается верхняя часть массива, характеризующаяся сложным внутренним строением. На профиле НСП, проходящем вкост хребта Шокальского (рис. 2), верхней части массива 6.19 соответствует картина сейсмоакустического изображения с высоким уровнем записей сигналов-помех, на фоне которых отчетливо просматриваются многочисленные протяженные оси синфазности сигнала разной интенсивности. Характер сейсмоакустического изображения позволяет предположить здесь наличие какой-то сложно построенной структуры со слабо выраженной периклинальной слоистостью, возможно, обрзанной с северо-запада (со стороны Курильской котловины). В целом наблюдаемая картина может соответствовать существенно пирокластической вулканической постройке. Судя по характеру сейсмоакустического изображения на профилях, пересекающих массив 6.19 в продольном направлении (рис. 6), можно предположить, что он, скорее всего, также включает в себя минимум две слившиеся вулканические постройки, располагающиеся вдоль его продольной оси.

Массив 6.20 отделяется от массива 6.19 относительно пологой поперечной ложбиной с глубинами около 1200-1500 м (рис. 5, 6). Размеры этого массива по основанию 10×12 км. Минимальная глубина в пределах массива, составляющая ~ 850 м, зафиксирована в его юго-западной части. Северо-западные склоны массива погружаются

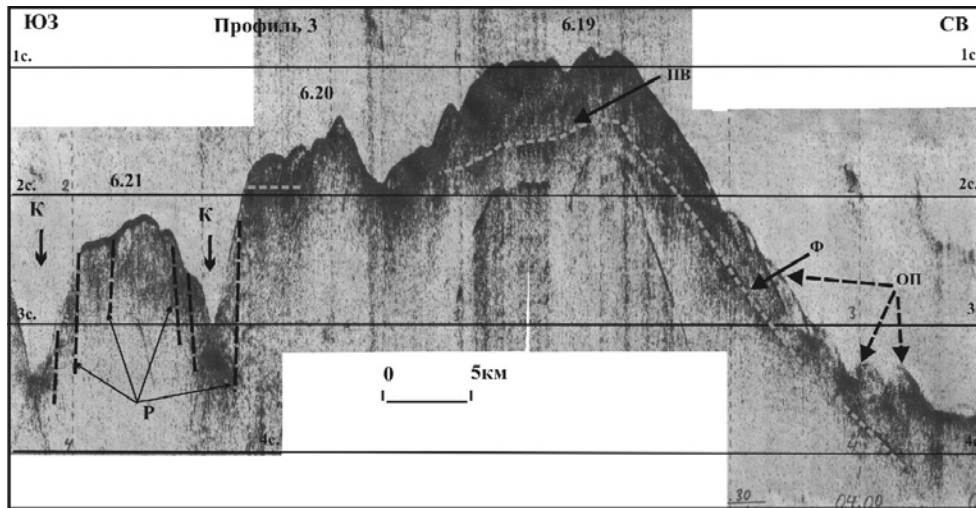


Рис. 6. Фрагмент сейсмограммы НСП по профилю 3. К – каньон. Остальные буквенные обозначения см. на рис. 2 и 3.

до дна Курильской котловины на глубине 3000 м. Северные и северо-западные склоны очень крутые – до 15-30°. На склонах и у подножия широко распространены оползневые отложения (рис. 7, ОП). Судя по данным НСП, большая часть массива сложена плотными, возможно, экструзивными образованиями. На профиле 3 (рис. 6, ПВ) у юго-западного края массива на сейсмограмме НСП отчетливо выделяется плоская площадка шириной 3-4 км на глубине около 1500 м, перекрытая толщей, скорее всего, рыхлых отложений мощностью до 0.3 с.у.в.

Нешироким глубоким каньоном массив 6.20 отделяется от самого южного массива – 6.21 (рис. 7). Каньон протягивается от дна Курильской котловины сначала в юго-восточном направлении (азимут 140°), прорезая хребет Шокальского, затем в районе осевой части хребта он делает резкий излом и далее протягивается в восточном направлении (азимут 110°) примерно на 18-20 км. Глубина вреза каньона достигает 600-700 м. Ширина его между массивами 6.20 и 6.21 около 3-4 км, а к востоку он расширяется. Дно каньона к востоку от хребта Шокальского представляет собою почти плоскую поверхность шириной до 0.5-1.0 км, подстилаемую толщей слоистых отложений с видимой мощностью до 0.5 с.у.в. Сходные по сейсмоакустическим характеристикам отложения фиксируются также в бортах каньона (К на рис. 6, 7). Судя по наблюдаемой картине, каньон представляет грабенообразную структуру, ограниченную крупными сбросами субширотного направления (рис. 4).

Массив 6.21 имеет в плане изометричную форму и уплощенную вершину на глубине ~ 1200 м. Диаметр его основания ~ 12 км. От о. Уруп массив отделяется глубинами 1300-1500 м, а с запада ограничивается крупным субмеридиональным подводным каньоном, протягиваю-

щимся от осевой части Курильской котловины в сторону пролива Фриза. В юго-восточном направлении от пролива Фриза ответвляется еще один каньон, ограничивающий массив 6.21 с юго-запада (рис. 6, К). Северо-западные склоны массива 6.21 погружаются до дна Курильской котловины. Массив имеет «двухъярусное» строение. Основание массива сложено, скорее всего, плотными вулканическими породами, кровля которых (рис. 5, ПВ) прослеживается на глубинах 1500-2000 м и представляет собою плоскую, наклоненную к юго-западу (в сторону пролива Фриза) поверхность. Эта поверхность перекрывается толщей акустически непрозрачных, возможно, рыхлых вулканогенных, отложений мощностью 0.5-0.6 с.у.в.

В районе южной оконечности о. Уруп и пролива Фриза рельеф дна очень сложный. От южной части о. Уруп на 18-20 км в северо-западном направлении отходит постепенно погружающееся в этом направлении поднятие. Рельеф поднятия осложняется эрозионными формами рельефа – подводными каньонами и мелкими эрозионными врезами. На северо-западном краю поднятия выделяются небольшая плосковершинная изометричная гора с минимальной зафиксированной глубиной 760 м и относительно приподнятый уплощенный участок дна с глубинами около 1200-1250 м. Их разделяет ложбина с глубинами 1350-1400 м (рис. 7).

От м. Ван-дер-Линда в юго-западном направлении ~ на 10 км протягивается шельфовая терраса с глубинами до 150-160 м. Далее она обрывается довольно крутым уступом субмеридионального направления, ограничивающим с востока желоб пролива Фриза (рис. 4). Этот желоб имеет корытообразную форму с уплощенным дном на глубинах 750-1000 м и крутыми западным и восточным бортами. Западный край

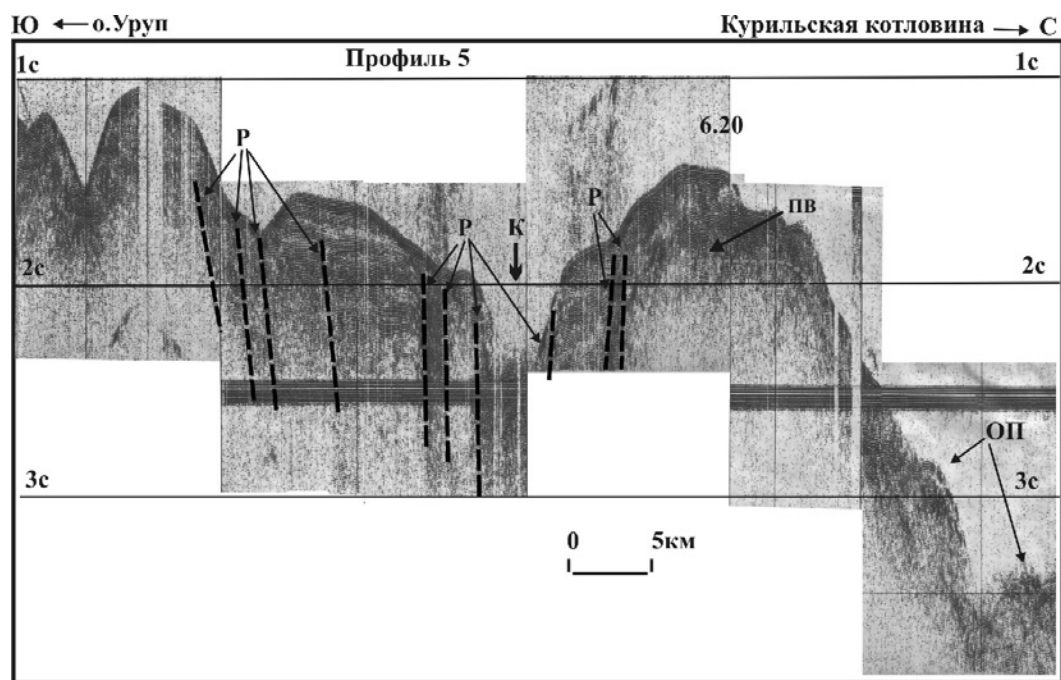


Рис. 7. Фрагмент сейсмограммы НСП по профилю 5. Буквенные обозначения см. на рис. 2, 3 и 6.

его непосредственно примыкает к о. Итуруп. Простираение желоба – субмеридиональное. Вероятно, он представляет собою грабен. Севернее на продолжении желоба пролива Фриза располагается сложная система крупных подводных каньонов генерального субмеридионального направления, погружающихся до дна Курильской котловины (рис. 1, 4). Каньоны характеризуются сложным строением. Их ширина и глубина вреза по простирацию могут значительно меняться. Меняется также простираение осевой линии каньонов, местами образуя резкие изломы. Иногда ее направление может меняться на 90°, что свидетельствует о тектоническом контроле каньонов. Каньоны окружают две небольшие подводные горы – 7.17 и 7.18 с минимальными глубинами 1350 и 2150 м, выделенные впервые в работе (Бондаренко, Рашидов, 2009). Вероятно, эти горы представляют собою эрозионные останцы, сложенные более плотными древними вулканическими породами.

По батиметрической карте (рис. 1), были построены розы-диаграммы простираний изобат для трех участков в пределах Охотоморского склона о. Уруп (рис. 8а). Характерной особенностью этих роз-диаграмм является резкая выраженность отдельных направлений простираения изобат, что указывает на ведущую роль тектонических процессов в формировании современного рельефа.

В пределах самого северного участка (район массива 6.18) азимуты простираения изобат в основном находятся в пределах 30°-60° (рис. 8а, участок 1), с выраженными максимумами 40 и 60°. Азимут осевой линии о. Уруп – 46°. Таким образом, здесь наиболее выражены направления

изобат, ориентированные под углом ~ 10° к простираению КОД в этом месте.

В пределах участка 2 (район массивов 6.19 – 6.20) азимуты простираения изобат в основном находятся в пределах 20-50°, с выраженными максимумами 30° и 50°. Роза-диаграмма в целом напоминает таковую для участка 1 с поворотом на 10° против часовой стрелки. Таким образом, в районе участка 2 наиболее отчетливо выражены направление субпараллельное простираению КОД, и направления, ориентированные под острым углом (0-30°) к нему. Кроме того, на данном участке на розе-диаграмме проявляется направление простираений изобат около 160°, то есть вкрест простираения островной дуги.

В пределах участка 3, в районе пролива Фриза, картина значительно сложнее. Здесь наиболее отчетливо проявлены субмеридиональное и субширотное направления изобат – субпараллельное и перпендикулярное простираению желоба пролива Фриза. Кроме того, довольно отчетливо проявляются простираения изобат с азимутами 20-30°, 50-70°, 110° и 160°. Наблюдаемая картина свидетельствует о том, что рельеф в данном месте формировался в тектонической обстановке, отличной от обстановки в пределах более северных участков.

На рис. 8б и 8в представлены суммарная роза-диаграмма азимутов простираений изобат в районе о. Уруп (б) и роза-диаграмма азимутов простираения разломов, выявленных здесь по данным геофизических и геоморфологических исследований (в).

В этом районе можно выделить две системы разломов, с азимутами простираения 110-120°, и

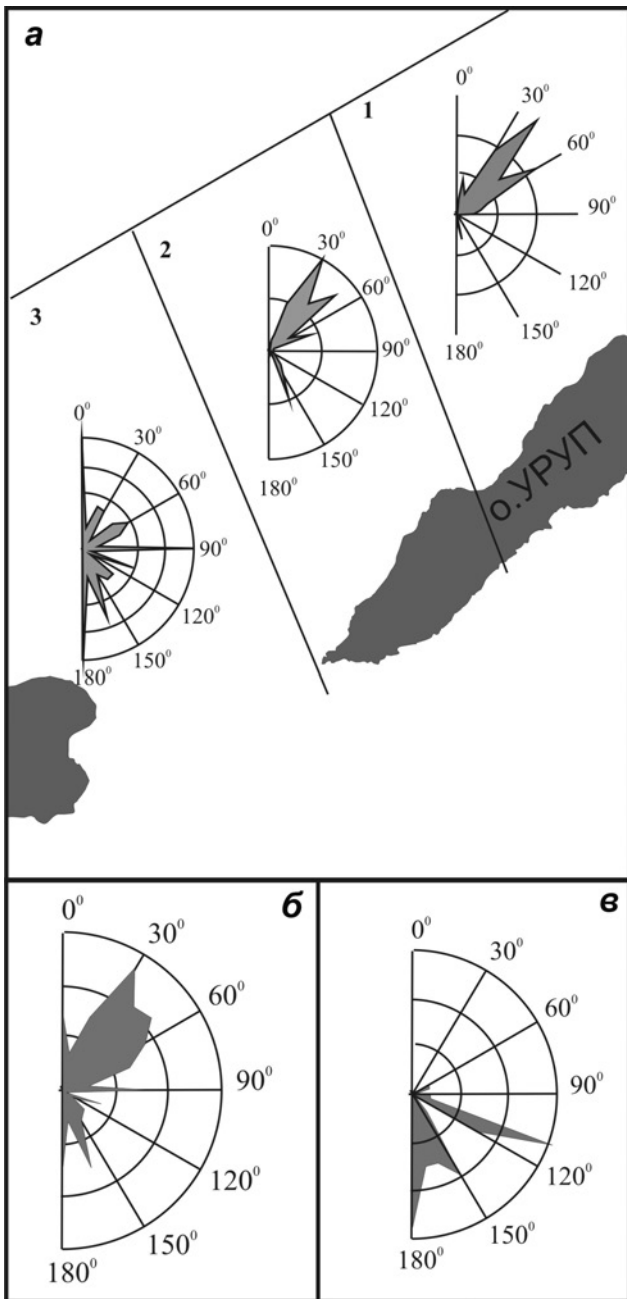


Рис. 8. Розы-диаграммы азимутов простираний изобат по участкам (а), суммарная роза-диаграмма азимутов простираний изобат (б) и роза-диаграмма азимутов простирания разломов (в) в районе о. Уруп.

150-180° (рис. 8в). При сопоставлении с розами-диаграммами простираний изобат (рис. 8а, 8б), можно сделать вывод о том, что в современном рельефе отражаются разломы с азимутами простирания 110, 160 и 180°. То есть, большая часть выявленных разломов находят отражение в рельефе дна и, по-видимому, являются активными.

В рельефе дна значительную роль играют формы рельефа, имеющие азимуты простирания 20-60°. В то же время разрывные нарушения этих направлений по данным НСП почти не фиксируются. Возможно, в формировании этих форм

рельефа решающую роль играли пликативные тектонические движения, или разломы этих направлений замаскированы вулканическими или вулканогенно-осадочными отложениями и поэтому по данным НСП не фиксируются.

В аномальном магнитном поле ΔТа к вулканическим массивам 6.19 и 6.20 приурочены положительные аномалии небольшой интенсивности в, а массивы 6.18 и 6.21 практически не выражены (рис. 9). Возможно, это связано с глубиной нахождения выявленных вулканических массивов. Более значимых выводов из-за наличия единичных станций драгирования и отсутствия станций геологического опробования в пределах всей протяженности хребта Шокальского и редкой сети наблюдений в настоящее время сделать нельзя.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ВЫВОДЫ

Проведенные исследования позволили охарактеризовать геоморфологию подводного хребта Шокальского, имеющего вулканическую природу. Хребет включает четыре вулканических массива, разделяющиеся крупными подводными каньонами. Самый северный из этих массивов (6.18) отделяется от верхней части склона глубинами 2300-2400 м. Минимальная зафиксированная глубина вершины – 1850 м. Судя по данным НСП, массив 6.18, скорее всего, включает минимум две слившиеся вулканические постройки, располагающиеся вдоль линии северо-восточного простирания (азимут простирания 35°).

Остальные три массива хребта Шокальского (6.19-6.21) имеют сходное «двухъярусное» строение. Нижний ярус, судя по данным НСП, скорее всего, слагается более древними плотными породами. В прошлом, вероятно, здесь могло существовать протяженное плосковершинное поднятие, охватывавшее все три массива, позже расчлененное поперечными каньонами. Остатки плоской вершины прослеживаются под более молодыми отложениями. Глубина ее постепенно увеличивается с северо-востока на юго-запад, в сторону пролива Фриза – от 1300-1400 м в пределах массива 6.19 до 1500-2000 м в районе массива 6.21. Возможно, что когда-то хребет Шокальского располагалась вблизи уровня моря или даже выше его. Не исключено, что хребет мог входить в состав древнего о. Уруп. Затем он отчленился от о. Уруп и испытал погружение на 1500-2000 м. Это могло быть обусловлено активизацией погружений дна Курильской глубоководной котловины с образованием крутого приостровного склона со значительным перепадом высот и формированием ослабленной зоны в средней части островного склона. Древнее ядро

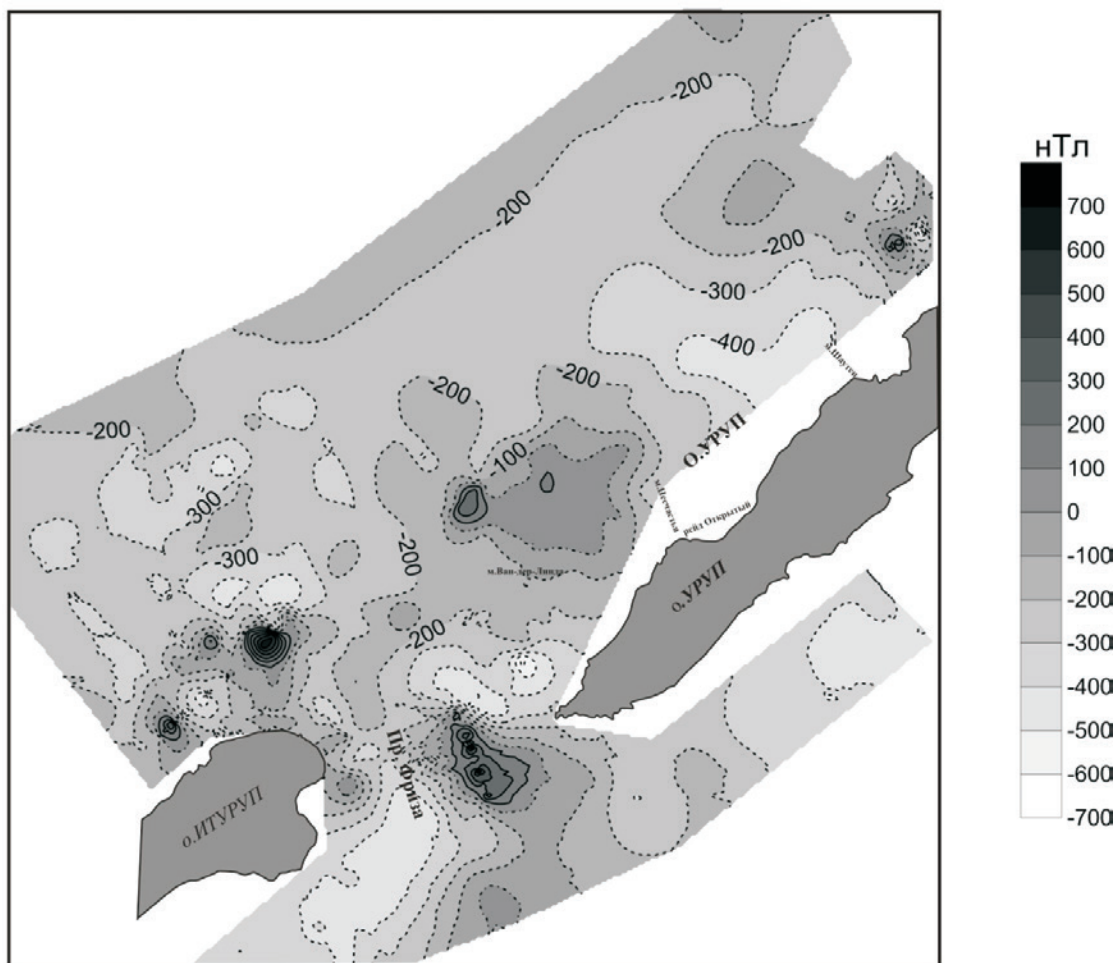


Рис. 9. Аномальное магнитное поле ΔT подводного хребта Шокальского.

перекрывается более молодыми, предположительно вулканогенными отложениями, слагающими несколько сложных, преимущественно пирокластических вулканических построек, располагающихся в привершинной части хребта Шокальского. Их образование может быть связано с активизацией магматизма, обусловленной активизацией тектонических движений.

Данные геофизических исследований позволяют выявить в данном районе и большое количество разрывных нарушений, в том числе и с признаками недавней активности. Амплитуда смещения по некоторым из них может достигать сотен метров. Расчленяющие хребет каньоны приурочены в основном к поперечным грабеобразным структурам. Рисунок выявленных разломов позволяет предполагать существование здесь крупных зон со сдвиговым характером смещений (рис. 4), примерно совпадающих с ложбиной, отделяющей хребет Шокальского от верхней части приостровного склона.

Высокая тектоническая и сейсмическая активность региона, крутые склоны, широкое распространение мощных толщ гравитационно неустойчивых рыхлых вулканогенных и осадоч-

ных отложений способствуют широкому распространению обвально-оползневых процессов (Бондаренко, Рашидов, 2011), признаки которых фиксируются почти на всех профилях НСП в пределах каньонов и в средней и нижней частях северо-западных склонов хребта Шокальского.

Авторы выражают искреннюю признательность к.г.-м.н. Б.В. Баранову и д.г.-м.н. Н.И. Селиверстову за критический анализ статьи и сделанные конструктивные замечания.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 12-05-00156-а).

Список литературы

- Атлас. Геология и полезные ископаемые шельфов России / Гл. ред. М.Н. Алексеев. М.: Научный мир, 2004. Лист 3-21.
- Атлас. Сахалинская область. Ресурсы и экономика. (Под ред. В.М. Козынюка). Южно-Сахалинск: Сахалинское книжное издательство, 1994. 230 с.
- Атлас Курильских островов / Гл. ред. Н.Н. Комедчиков. М. – Владивосток: ИПЦ «ДИК», 2009. 516 с.

- Бондаренко В.И.* Строение подводных кальдер по данным сейсмоакустического профилирования (на примере Курильской островной дуги). Автореф. дисс. канд. геол.-мин. наук. М., 1990. 24 с.
- Бондаренко В.И., Рашидов В.А.* Подводный хребет Шокальского (Южные Курилы) // Геология морей и океанов: Материалы XVIII Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. Москва 16-20 ноября 2009 г. М: ГЕОС, 2009. Т. V. С. 13-17.
- Бондаренко В.И., Рашидов В.А.* Выявление потенциально цунамигенных участков в пределах Курильской островной дуги // III научно-техническая конференция «Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России» г. Петропавловск-Камчатский 9-15 октября 2011 г. Сборник докладов. Петропавловск-Камчатский: КФ ГС РАН, 2011 (http://www.emsd.iks.ru/konf111009/pdf/sb/Sekciya_Cunami/Bondarenko_Rashidov.pdf) / Геолого-геофизический атлас Курило-Камчатской островной системы / Под ред. К.С. Сергеева, М.Л. Красного. Л.: ВСЕГЕИ, 1987. 37 листов.
- Дубинин А.В., Успенская Т.Ю., Гавриленко Г.М., Рашидов В.А.* Геохимия и проблемы генезиса железомарганцевых образований островных дуг западной части Тихого океана // Геохимия. 2008. № 10. С. 1280-1303.
- Ковтунович П.Ю., Лебедев В.А., Чернышев И.В., Арутюнян Е.В.* Хронология и эволюция магматизма острова Уруп (Курильский архипелаг) по данным К-Аг изотопного датирования и диатомового анализа // Тихоокеанская геология. 2004. № 6. С. 32-44.
- Корнев О.С., Неверов Ю.Л., Остапенко В.Ф. и др.* Результаты геологического драгирования в Охотском море на НИС «Пегас» (21-й рейс) // Геологическое строение Охотоморского региона. Владивосток: СахКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1982. С. 36-51.
- Курильские острова (природа, геология, землетрясения, вулканы, история, экономика) / Под. ред. Т.К. Злобина, М.С. Высокова. Южно-Сахалинск: Сахалинское книжное издательство, 2004. 228 с.
- Орлов А.А.* Формы железо-марганцевых образований Охотского моря // Геологическое строение Охотоморского региона. Владивосток: СахКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1982 С. 101-106.
- Подводный вулканизм и зональность Курильской островной дуги / Отв. ред. Ю.М. Пушаровский. М.: Наука, 1992. 528 с.
- Сваричевский А.С.* Геоморфология морского дна в Южно-Охотском регионе. Автореф. дисс. канд. геогр. наук. Южно-Сахалинск, 1985. 24 с.
- Сваричевский А.С., Сваричевская Л.В.* Рельеф Охотоморского склона южной части Большой Курильской гряды // Рельеф и вулканизм Курильской островодужной системы. Владивосток: ТИГ ДВНЦ АН СССР, 1982. С. 54-62.
- Селиверстов Н.И., Бондаренко В.И.* Критерии диагностики и корреляции подводных вулканических образований по данным НСП // Вулканология и сейсмология. 1983. № 4. С. 80-95.
- Сергеев К.Ф.* Тектоника Курильской островной системы. М.: Наука, 1976. 239 с.
- Gnibidenko G.S., Svarichevsky A.S.* Tectonics of the South Okhotsk Deep-Sea Basin // Tectonophysics. 1984. V. 102. P. 225-244.

GEOMORPHOLOGY OF THE SUBMARINE SHOKALSKY RIDGE, THE KURILE ARC

V.I. Bondarenko¹, V.A. Rashidov²

¹*Nekrasov State University in Kostroma, e-mail: vbond@list.ru*

²*Institute of Volcanology and Seismology FEB RAS*

During the voyages of R\V Vulkanolog in the eighties of the last century the kamchatkan scientists studied 17 geophysical profiles (about 1100 route kilometres) within the submarine Shokalsky Ridge. The investigation showed that the Shokalsky Ridge is comprised of 4 large volcanic massives. Numerous faults were revealed within the ridge area, including those with traces of recent activity. Shift amplitude along some faults may be as long as several hundreds of meters. Canyons that split the Shokalsky Ridge are chiefly confined to the cross keystone faults.

Keywords: geomorphology, the Shokalsky Ridge, Iturup, the Kurile island arc.