

УДК 551.21

## ВОЗМОЖНЫЕ ПРИЧИНЫ И ПРИЗНАКИ СОВРЕМЕННОЙ ГАЗОГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ТИХООКЕАНСКОМ ШЕЛЬФЕ ЮЖНОЙ КАМЧАТКИ И ЕЕ ГЕОСТРУКТУРНАЯ ПРИУРОЧЕННОСТЬ

Г.П. Пономарёв<sup>1</sup>, В.А. Рашидов<sup>1</sup>, С.Е. Апрельков<sup>1</sup>, И.Ф. Делемень<sup>2</sup>, С.В. Попруженко<sup>3</sup>, Г.О. Вольнец<sup>4</sup>, Р.М. Новаков<sup>3</sup>, Т.М. Философова<sup>2</sup>, Д.В. Мельников<sup>5</sup>, О.В. Дирксен<sup>1</sup>, Павлюков В.К.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Институт вулканической геологии и геохимии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, бульвар Пийпа, 9, 683006;

<sup>2</sup>Институт вулканологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, бульвар Пийпа, 9, 683006;

<sup>3</sup>Управление природных ресурсов и охраны окружающей среды МПР России по Камчатской области и Корякскому автономному округу, Петропавловск-Камчатский, 683016, ул. Мишенина, 106;

<sup>4</sup>Турагенство «ГЕК», Петропавловск-Камчатский, бульвар Пийпа, 4;

<sup>5</sup>Камчатский государственный педагогический университет, 683032, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Пограничная, 4

Представлен краткий обзор различного рода зависимостей, объединяющих сейсмофокальную зону и вулканические пояса в Курило-Камчатской островодужной системе. Рассмотрены возможности проявления подводной вулканической деятельности и сопутствующей разгрузки гидротермальных систем на тихоокеанском шельфе Южной Камчатки. Предложено рассматривать Малко-Петропавловскую зону поперечных дислокаций, как потенциально сейсмоопасную и, исследуя сверхбыстрые деформации в ней, использовать это явление для прогноза землетрясений.

Комплексное изучение бухты Вестник и острова Уташуд целесообразно для оценки вулканоопасности и рудообразования в зоне шельфа.

Курило-Камчатская островодужная система включает в себя три разновозрастных надсубдуцированных комплекса в Центральной Камчатке, две вулканические зоны в пределах Курильских островов и Южной Камчатки (Авдейко и др., 2001) и традиционно рассматривается как единая структурная единица в гирлянде аналогичных систем северо-западной Пацифики. По данным (Мелекесцев и др., 1974; Федорченко и др., 1989; Федотов и др., 1991; Авдейко и др., 1992; Кожемяка и др., 2001), она в четвертичное время служит ареной масштабных проявлений вулканической и тектонической активности и, по некоторым параметрам этих геологических процессов (объемы извергнутого материала, количество вулканических аппаратов, выделившаяся сейсмическая энергия и т.д.), является уникальной.

Различного рода зависимости, описывающие пространственные, временные и количественные взаимосвязи выноса вещества и энергии в островных дугах, пока в большинстве своем относятся к разряду явлений известных лишь в самых общих чертах. Но дискретность геологических явлений и их удачное ранжирование позволяют получать в ряде случаев количественные характеристики исследуемых объектов и описать связи между ними в изучаемой островодужной системе. К числу подобных результатов, вероятно, можно отнести прогнозы сейсмических событий в сейсмофокальной зоне (СФЗ) и ее связь с вулканизмом.

Сейсмичность, которую можно рассматривать, как одно из проявлений современной тектонической активности в Курило-Камчатской островодужной системе, структурно организована в СФЗ.

Особенности распределения очагов землетрясений в пределах СФЗ зоны Курило-Камчатской островодужной системы обобщены в работе С.А. Федотова (1991). Им же ранее сформулировано представление о сейсмических брешах (сейсмические брешы первого ряда в понимании (Моги, 1988)) и дан прогноз предстоящих сейсмических событий (Федотов, 1965). Для камчатского участка островодужной системы основная доля сейсмичности сосредоточена в СФЗ; местами локализации очагов землетрясений, расположенных в интервале глубин 0-50 км, являются также поперечная Шапино-Чажминская структура и активные вулканы (Федотов, 1991).

В работе (Болдырев, 2002), на основе анализа распределения мелкофокусной ( $H < 70$  км) сейсмичности за пределами СФЗ, где основную роль играют сравнительно слабые события, Камчатский регион по  $55^\circ$  с.ш. делится на две части, выявлен ряд продольных и поперечных линейментов и показано, что главной особенностью сейсмического поля является его связь с вулканизмом.

В новейшее время проявили сейсмическую активность субширотные структуры в районе полуострова Камчатский (Восточная Камчатка), которые необходимо детально изучить в рамках проблемы сейсмического районирования (Селиверстов, 1998).

Вулканические землетрясения, эпицентры которых лежат в пределах вулканических построек, происходят на глубинах  $< 60$  км (Токарев, 1981). Эти землетрясения происходят гораздо реже, чем тектонические (Зобин, 1979), и их максимальная энергия на несколько порядков меньше максимальной энергии последних (Токарев, 1981). Поэтому вулканические землетрясения, вероятно, не представляют серьезной угрозы для жителей Камчатского полуострова.

Интенсивная раздробленность земной коры Камчатского полуострова хорошо иллюстрируется на геологических картах густой сетью разноранговых разломов. Используя данные детальных сейсмологических исследований (Федотов, 1991; Болдырев, 2002), можно утверждать, что число участков повышенной плотности очагов землетрясений ( $H < 70$  км,  $k_p > 8.5$ ) на полуострове во много раз реже сети разломов. Большинство разломов, включая и региональные, из-за отсутствия приуроченной к ним в настоящее время сейсмичности, можно, вероятно, считать временно асейсмичными. Это утверждение базируется на инструментальных

данных, полученных ~ за сорокалетний период, и не исключает того, что в недавнем прошлом эти разломы были сейсмоактивными, и не исключено, что в будущем многие из этих разломов могут оказаться сейсмически активными. В настоящее время, например, асейсмичной является Малко-Петропавловская зона дислокаций, пересекающая весь полуостров и отделяющая Южно-Камчатский блок от Центрально-Камчатского (Эрлих, Мелекесцев, 1974). По мнению Г. М. Власова (Геология..., 1964), изучение этой зоны представляет одну из главных тектонических проблем Камчатки. Имеются данные, свидетельствующие о проникновении этой зоны дислокаций вплоть до мантийных глубин (Балуев и др., 1984; Митичкин и др., 1998). Малко-Петропавловская зона дислокаций трассируется комплексами магматических пород неоген-четвертичного возраста. Эти породы отличаются от распространенных за пределами зоны аналогичных пород по минеральному составу и содержанию литофильных элементов, нарушая островодужную латеральную зональность (Митичкин и др., 1998). Это, по мнению (Митичкин и др., 1998), свидетельствует о глубинном заложении зоны дислокаций, дренирующей флюидный мантийный поток.

Результаты геофизических исследований Авачинского грабена (Мороз, Гонтовая, 2001), являющегося фрагментом Малко-Петропавловской зоны дислокаций, позволяют предположить флюидонасыщенность в качестве возможного варианта объяснения асейсмичности разломов. Сейсмичность Малко-Петропавловской зоны дислокаций может представлять реальную угрозу городам Елизово и Петропавловску-Камчатскому, расположенным в этой зоне.

Открытое в конце XX века явление сверхбыстрых параметрических деформаций земной коры (Касьянова, Кузьмин, 1996) позволяет рассматривать разноранговые разломы региона как области разрядки напряжений, возникающих в результате стационарной субдукции океанической коры.

Вероятно, подобным примером перемещений в Камчатском регионе может служить предполагаемое «медленное» (длительностью около 15 суток) землетрясение, предшествовавшее Кроноцкому землетрясению 5 мая 1997 г. (Гордеев и др., 2001).

Очевидна необходимость скорейшего детального геолого-геофизического изучения Малко-Петропавловской зоны дислокаций с

многократным (2-4 раза в год) высокоточным (по методике I класса) ее нивелированием.

Вулканизм и СФЗ в Курило-Камчатской островодужной системе связывает ряд закономерностей, среди которых можно выделить пространственные, вещественные и временные. В первую очередь, наибольший интерес представляют связи современного вулканизма, хотя не все эти связи, являются однозначными из-за того, что понятие современный вулканизм не является строгим в научном понимании. В работе (Федорченко и др., 1989) указывается, что в связи с нечеткостью понятия «вулкан» возникают неопределенности с подсчетом числа вулканов и вулканических групп: например, для Курильских островов число наземных вулканов изменяется от 70 до 160 у разных авторов. Неопределенность существует и в использовании таких понятий, как «современный», «действующий», «потенциально действующий», «активный» вулкан. В работе (Мелекесцев и др., 2001) показано, что для Камчатки число действующих вулканов у разных авторов меняется от 16 до 32 и предлагается новый подход к определению понятия «действующий вулкан» с выделением подгрупп активных и потенциально активных вулканов. Вероятно, уточнение понятия «действующий вулкан» может в будущем внести коррективы в разного рода теоретические построения и практические прогнозы.

Среди пространственных связей действующих вулканов и СФЗ в первую очередь, можно назвать сгруппированность разноранговых вулканических построек в полосу вдоль СФЗ с рядом неоднородностей в той и другой структуре (Авдейко и др., 1992; Федорченко и др., 1989; Федотов, 1991).

В Курильском фрагменте системы вулканы сгруппированы в цепочки, под разными углами ориентированные к общему простиранию дуги; площадная плотность вулканов меняется вкрест простирания дуги с максимумом плотности во фронтальной зоне, где сосредоточены 55% наземных и подводных вулканов. Изменчиво и положение фронта относительно глубоководного желоба и СФЗ (Авдейко и др., 1992).

На Камчатском полуострове в полосе вулканов отчетливо выражен «вулканический фронт», тогда как западная граница пояса размытая; в местах пересечения пояса поперечными региональными разломами происходит его смещение к западу (Федотов, 1991). В понятии «вулканический фронт» также есть неопределенность из-за разных

методов его построения и проведения (Авдейко и др., 1992; Федорченко и др., 1989), кроме того, очень неопределенным становится понятие «действующий» для подводных вулканов, участвующих в построении линии фронта.

В верхней части сейсмофокальной зоны, до глубины 50-60 км, ее ширина составляет ~ 150-200 км, и она только в целом параллельна вулканическому поясу (Авдейко и др., 1992; Федорченко и др., 1989; Федотов, 1991).

Для Камчатского фрагмента СФЗ полоса очагов землетрясений, расположенных на глубинах 101-150 км, становится уже строго параллельной поясу вулканов, повторяя поворот в северной части, что, по мнению С.А. Федотова (1991), служит наиболее наглядным аргументом в пользу взаимосвязи этих структур. Существует еще неоднородность во всей СФЗ вдоль Курило-Камчатской островодужной системы, которая заключается в уменьшении числа землетрясений в интервале глубин 100-200 км, куда проецируется основная часть полосы вулканов, что также указывает на тесную глубинную связь этих процессов (Федорченко и др., 1989; Федотов, 1991). Парность современного вулканического пояса и СФЗ в островных дугах используют для объяснения существования на Камчатском полуострове разновозрастных островодужных комплексов, омолаживающихся к востоку, и природы миоцен-четвертичного вулканического комплекса Срединного хребта. Для этого используют модель перскока субдукции из-за аккреции полуостровов Восточной Камчатки (Авдейко и др., 2001, 2002) или изменений угла наклона СФЗ фиксированной зоны субдукции в течение кайнозойского времени (Селиверстов, 1998).

Значительное число связей между островодужным вулканизмом и глубиной СФЗ под поясом вулканов выявлено по составам четвертичных вулкаников в Курило-Камчатской островодужной системе. Все эти связи можно объединить понятием поперечная зональность, которая проявляется в распространенности ассоциаций и серий пород; частоте встречаемости пород различного состава, фазовом и химическом составе минералов, геохимической и изотопной неоднородности, а также в особенностях выносимых глубинных ксенолитов (Авдейко и др., 1992; Волюнец, 1993; Волюнец и др., 1976, 1987; Волюнец, Пополитов, 1979; Колосков, 1998, 2001; Федорченко и др., 1989). Вероятно, наиболее удачным и впечатляющим результатом можно назвать множественную корреляцию глубинного

залегания фокальной зоны (h),  $K_2O$  и  $SiO_2$  (Федорченко и др., 1998). Полученные коэффициенты множественной корреляции (R) имеют достаточно высокие численные значения (0.815-0.869) и указывают на общность их происхождения (Федорченко и др., 1998). Однако, по мнению этих же авторов (Федорченко и др., 1998), эта связь не является аргументом для предположения о причинной связи между расстоянием до СФЗ и изменением состава пород. В работе (Авдейко и др., 1992) рассмотрены влияние на существующую зональность мантийного клина, материала субдуцированной океанической плиты, вещества фундамента островной дуги и флюидов различного генезиса, являющихся по предположению этих авторов потенциальными составляющими многокомпонентного источника, генерирующего расплавы. Вероятно, современная морская вода также может быть существенной составляющей в этом гипотетическом многокомпонентном источнике. В высокотемпературных (500-900°C) рудных возгонах в кратерной части вулкана Кудрявый (о. Итуруп, Курильские острова) зафиксировано присутствие радиоактивного изотопа  $Cs^{137}$  (Пономарев и др., 2002б), имеющего период полураспада 33 года. Наиболее вероятным его источником может быть современная морская вода, что указывает на очень высокоскоростные и масштабные процессы ее взаимодействия с магмами. Этот результат позволяет по-новому оценивать роль разных составляющих в гипотетическом источнике. Например, погружающиеся вместе с плитой осадки могут оказаться не единственным источником  $Be^{10}$  для островодужных магм. Может оказаться существенным вклад морской воды в формирование конечных концентраций редких и рассеянных элементов в островодужных магматических породах и т.д.

В работе (Авдейко и др., 1992) приводятся карты распределений ряда элементов в четвертичных лавах вдоль Курильской островной дуги. На этих картах изолинии концентрации элементов выглядят достаточно извилистыми. Вулканический же фронт представлен двумя прямолинейными отрезками, что, вероятно, свидетельствует о некоторой формализации его вида и положения.

В Курило-Камчатской островодужной системе выявлено два вида временных связей между вулканическим поясом и СФЗ в зависимости от длительности явления. Первый - включает в себя

продолжительности активностей вулканического пояса и парной ему СФЗ. По представлениям (Авдейко и др., 2001), эти времена примерно совпадают; по мнению (Селиверстов, 1998), время жизни современной зоны субдукции >> времени жизни отдельного пояса, и с ней генетически связано два разновозрастных вулканических пояса. К другому временному интервалу относятся связи сейсмических событий в СФЗ и последующих вулканических извержений в сопряженном вулканическом поясе. По данным (Широков, 1980), извержениям с объемом  $\sim 0.05 \text{ км}^3$  предшествует группа землетрясений в СФЗ, начинающихся  $\sim$  за месяц до начала извержения, на глубинах 70-300 км с эпицентрными расстояниями от вулкана до 150 км. Сильные извержения с объемом изверженного материала  $\sim 1 \text{ км}^3$  и более предваряются ( $< 5$  лет) землетрясением ( $M > 7.5$ ) в СФЗ с эпицентрными расстояниями от вулкана  $< 500$  км.

Все вышеприведенные данные являются несомненной демонстрацией успехов, достигнутых в изучении различного рода закономерностей в островных дугах, полученных в Курило-Камчатской островодужной системе. Но несомненно и то, что ряд установленных положений нуждается в исправлениях и уточнениях.

Неопределенность таких понятий как «действующий вулкан» и «вулканический фронт», особенно в случае подводных вулканов, вероятно, позволяет внести коррективы в положение этого «фронта» на Южной Камчатке. Обсуждению свидетельств и фактов в пользу возможного существования подводной вулканической деятельности в четвертичное время и сопутствующих ей явлений на тихоокеанском шельфе Южной Камчатки посвящена данная публикация.

\* \* \*

Структурно Южная Камчатка отделяется от остальной части полуострова Малко-Петропавловской зоной поперечных дислокаций. Тектоническая позиция Южной Камчатки достаточно сложная, что ведет к широкому диапазону мнений о ее строении и истории развития (Апрелков и др., 2001). По представлениям (Авдейко и др., 2001, 2001), Южная Камчатка, как и Курильский сегмент системы, характеризуется стационарным режимом субдукции, существующим с конца олигоцена, и до плиоцена существовала единая Южно-Камчатская-Курильская островная дуга. Минимальные

расстояния между осью глубоководного желоба и вулканическим фронтом уменьшаются от Южной Камчатки (200-205 км) к Средним Курилам (160 км) (Авдейко и др., 1992), чему обязаны и подводные вулканы на тихоокеанской шельфовой террасе Курильских островов. Они предположительно имеют четвертичный возраст, со следами недавней (?) активности и относятся к андезитовому комплексу (Федорченко и др., 1989).

Данных о существовании четвертичных вулканических построек и их деятельности на шельфовой террасе, примыкающей к Камчатскому полуострову, нет, хотя современные газовые проявления существуют. В водной толще на шельфовой террасе в Камчатском заливе описаны выходы газов, предположительно, осадочного происхождения (Селиверстов, 1998; Егоров, 2001), а в придонной части идет разгрузка грунтовых вод (Егоров, 2001).

Выяснение природы этих явлений требует дополнительных исследований. Пока же нельзя исключить предположение о том, что выходы газов могут быть спровоцированы вулканическими процессами, а в потоке грунтовых вод могут разгружаться восходящие гидротермы, что весьма характерно для вулканических областей. Систематических исследований по поиску вулканических построек на океаническом шельфе и склоне Камчатского полуострова пока не проводилось. Такие поиски должны осуществляться геофизическими методами, так как постройки могут быть не выражены в рельефе дна и скрыты под толщей осадков. По данным (Селиверстов, 1998), мощность осадков на камчатском шельфе может достигать нескольких километров, хотя выделены участки, где она составляет и первые десятки метров. Для южного участка шельфа Камчатки «акустический фундамент» является базовой поверхностью выравнивания, которую, с некоторой долей условности, можно интерпретировать как абразионную террасу миоцен-плиоценового (?) возраста (Селиверстов, 1998). По данным (Кожемяка, 2001), четвертичный вулканический цикл является наиболее мощным из трех циклов, начиная с нижнего миоцена. Поэтому образование полигенных и моногенных вулканических построек на шельфе Камчатского полуострова в прибрежно-морских условиях в четвертичное время исключить нельзя.

В литературе имеется множество сведений о мелководных извержениях в различных вулканических архипелагах, но никаких сообщений о подобном рода событиях на тихоокеанском

шельфе Камчатского полуострова нет. Одной из причин этого может быть значительный период покоя, который для камчатских вулканов оценивается ~ в 3500 лет (Мелексов и др., 2001). В периоды покоя вулкана не прекращается парогазовая и гидротермальная деятельность, тяготеющая к постройке. Это, по данным (Зеленов, 1972), ведет к изменению цвета воды, и в океанологии существует специальный термин «обесцвеченная вода». Однако в большинстве случаев сообщения о цветовых изменениях на поверхности моря поступают от случайных свидетелей. Так, на пример, извержение в 2000 г. вулкана-острова Миякедзима (Идзу-Бонинская островная дуга) предварялось появлением пятен замутненной морской воды, замеченных японскими рыбаками (Мияко..., 2001). Появление этих пятен было вызвано столбом разогретой воды из кратеров на подводном склоне вулкана (Geological..., 2000).

Эпицентры землетрясений в слое 0-50 км, формирующие СФЗ, судя по данным (Федотов, 1991), захватывают и шельфовую зону Камчатского полуострова. Однако, судя по результатам исследований В.М. Зобина (1979) и П.И. Токарева (1981), выделить среди них собственно вулканические вряд ли представляется возможным в настоящее время. Поэтому крайне интересны первые сведения о предполагаемой подводной газогидротермальной деятельности на тихоокеанском шельфе Южной Камчатки у берегов о. Уташуд.

Остров Уташуд, расположенный в бухте Вестник (на расстоянии ~ 4 км от дельты одноименной реки и ~ 5 км от мыса Жёлтый), до последнего времени был известен, как крупное лежбище морского зверя. Здесь расположен птичий базар, а в прибрежных водах находится район интенсивного размножения терпуга. Скалистый остров Уташуд имеет высоту 80 м. Две скалы, расположенные на расстоянии ~ 370 м к юго-западу и ~ 185 м к юго-востоку от острова, возвышаются, соответственно, на 183 и 153 м и имеют общий цоколь с островом (Люция..., 1968). Эти скалы и юго-восточная часть острова сложены миоценовыми (?) интрузиями, преимущественно диоритовых порфиритов. Особого интереса у специалистов в области наук о Земле остров не вызывал, в значительной мере из-за своей удалённости, к тому же, из-за финансовых трудностей постсоветского периода, посещения его стали нерегулярны и крайне редки.

Тем более интересным является появление непосредственно у берегов восточной части

острова устойчивого шлейфа морской воды аномального цвета. 9 и 13 апреля 2001 г. этот шлейф представлял собой дуговидно изогнутую полосу молочно-белой воды, хорошо заметную на фоне ярко-голубой воды остальной части акватории. Молочно-белая дуга протягивалась параллельно берегу на расстоянии ~ 150 м от восточного берега острова Уташуд, причем заметно, что и дуговидная береговая линия, и дуговидный молочно-белый шлейф имеют общий центр кривизны. Форма шлейфа в плане серповидная, с широкой примыкающей к берегу частью и заостренным удаленным концом. Общая длина шлейфа ~ в 150 м, а на острове ощущался запах серы. Аномальный участок приурочен к изобате 20 м.

Через год, 11 апреля 2002 г., немного ближе к берегу вновь были отмечены пятна морской воды аномального цвета и слабый запах серы (рис. 1- первая страница обложки журнала; рис. 2, 3- последняя страница обложки журнала).

В 2001-2002 гг., из-за финансовых трудностей, провести экспедиционные исследования нам не удалось. Однако мы считаем, что проходить мимо такого феномена нельзя, и хотим обратить внимание на возможные причины этого явления, а в более широком плане – оценить перспективы обнаружения флюидной системы в акватории бухты Вестник.

## ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ РАЙОНА БУХТЫ ВЕСТНИК.

Бухта Вестник является депрессией, осложняющей Прибрежный горст. Образования Прибрежного горста уверенно сопоставляются с разрезом вулканитов Большой Курильской Гряды. Прибрежный горст сложен осадочными, туфогенно-осадочными и вулканогенными образованиями эоцен-миоценового возраста, которые прорваны мелкими и крупными (Ахомтенский) интрузиями миоценовых гранитоидов. Наиболее древние отложения в пределах горста закартированы в бухте Жировой (Лоншаков, 1982) и отнесены к нижней молассе эоценового возраста, представленной песчаниками, алевролитами, гравелитами, конгломератами, углистыми алевролитами (~ 200 м). Широким распространением пользуются отложения олигоцен-миоценовой формации, образовавшейся в островодужных условиях с синхронной аккумуляцией вулканокластических осадков и продуктов подводных и субаэральных извержений

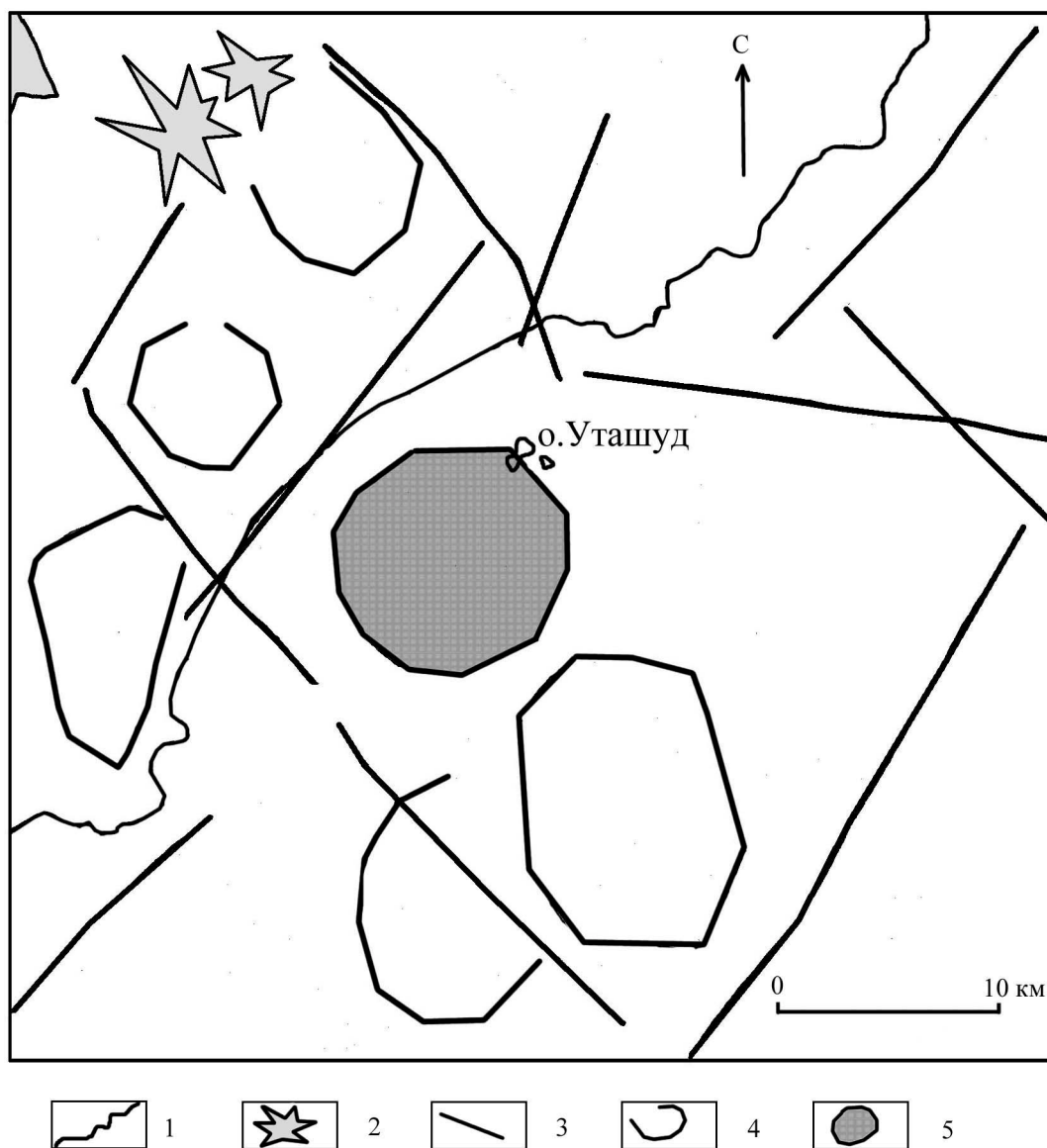
(вилючинская, паратунская, асачинская и другие свиты). Состав вулканитов изменяется от базальтов до риолитов, при явном преобладании пород среднего и основного состава. Извержения сопровождалось внедрением субвулканических интрузий кварцевых порфиров и альбитофинов. Туфогенно-осадочные породы содержат останки фауны, характерные для такарадайского, аракайского, мачигарского и холмского стратиграфических горизонтов Сахалина, аманинско-гакхинского и утхолокского горизонтов Западной Камчатки, формации Мадзэ, Поранай и Асагаи Японских островов. Формация характеризуется площадной пропилизацией слагающих ее образований, широким развитием адуляровых и гидрослюдяных метасоматитов, аржиллитов и рудоносных жил замещения и выполнения (медь, молибден, полиметаллы, золото, серебро). Абсолютный возраст формации – 20.7-40 млн. лет. На Курильских островах этой формации отвечает среднепарамуширская и итурупская серии (Бевз, 1974; Сергеев, 1976) парамуширского комплекса.

Ограниченное распространение получила раннемиоценовая риолито-дацитовая формация (междуречье рек Банной, Паратунки и Карымшины). Абсолютный возраст этой формации – 16.3-28 млн. лет.

Средне-миоценовая андезитово-базальтовая формация характеризуется преобладанием пирокластических и туфогенных фаций с фауной кулувенского и ильинского горизонтов Западной Камчатки и сертунайского - острова Сахалин (верхи парамуширского комплекса по (Сергеев, 1976)).

Позднемиоцен-плиценовые образования представлены контрастной ассоциацией (кислый-основной-кислый). Вулканомиктовые образования развиты в южной части полуострова Камчатка, простираясь далее на Курильские острова, - утесная серия по (Бевз, 1974), кунаширский вулканогенно-осадочный комплекс по (Сергеев, 1976). С ними связаны миоценовые экструзии риолит-дацитового состава. Абсолютный возраст формации – 4-13.7 млн. лет.

Северо-западной границей Прибрежного горста является система сбросов северо-восточного простирания, фиксирующаяся зонами максимальных горизонтальных градиентов поля силы тяжести (ПСТ), сменой знака и морфологии аномального магнитного поля. Предполагается, что максимально высокий для Южной Камчатки уровень ПСТ в зоне Прибрежного горста частично (без учета глубинных факторов) связан с неглубоким



**Рис. 4.** Схема поля силы тяжести в районе бухты Вестник. 1 - береговая линия; 2 - вулканы; 3 - разломы; 4 - локальные минимумы поля силы тяжести; 5 - локальный минимум поля силы тяжести, приуроченный к депрессионной структуре, на северо-востоке которой находится о. Уташуд.

(1.5 – 2) км залеганием верхнемелового (?) складчатого основания, обладающего положительной эффективной плотностью 0.15–0.3 г/см<sup>3</sup>, по сравнению с кайнозойскими отложениями. На фоне резкого возрастания уровня ПСТ в зоне Прибрежного горста зафиксированы локальные повышения (максимумы), коррелирующие с интенсивными магнитными аномалиями, фиксирующими зоны развития миоценовых сильномагнитных гранитоидов со средней плотностью до 2.75 – 2.85 г/см<sup>3</sup>. Исключением является Ахотенский интрузивный массив, характеризующийся более кислым составом. По геофизическим данным, Прибрежный горст имеет

клавишно-блоковое строение, контролируемое системой протяженных глубинных разломов северо-западного и субширотного простирания, широко развитых на Южной Камчатке. Анализ гравиметрических и аэромагнитных данных в зоне Прибрежного горста показывает, что в районе бухты Вестник горст осложнен грабенообразной структурой северо-западного простирания, прослеживающейся в юго-восточном направлении, в зону южнокамчатского шельфа. Наблюдаемые в ПСТ интенсивные гравитационные ступени по бортам грабена свидетельствуют о существовании крупноамплитудных сбросов вдоль бортов грабена (рис. 4).

Морфология локальных гравитационных аномалий свидетельствует о том, что в пределах акватории в прибрежной зоне грабен осложнен локальной изометрической депрессионной структурой, диаметр которой достигает 9.8 км. На северо-востоке этой структуры расположен остров Уташуд.

Породы, развитые в районе бухты Вестник, представлены верхнеолигоценовыми – нижнемиоценовыми породами вилочинской свиты: туфогенными песчаниками, алевролитами, гравелитами, конгломератами и туфами. Они прорываются миоценовыми интрузиями, сложенными, преимущественно, диоритовыми порфиритами. К этим интрузиям тяготеют обширные поля гидротермально-измененных пород, представленных пропилитами, локализованными вдоль тектонических нарушений, секущих и интрузивные тела. В частности, на мысе Желтый, являющемся северо-восточным окончанием бухты Вестник, полоса измененных пород протягивается вдоль побережья ~ на 3 км. Изменениями затронуты отложения вилочинской свиты и рвущие диоритовые штоки. В свою очередь, пропилиты в зонах последующих тектонических нарушений, шириной от 2 до 30 м, изменены до березитов, включающих кварцевые жилы с обильным полиметаллическим орудинением, в том числе, и серебро-, и золоторудным.

На мысе Желтый также обнаружены низкотемпературные (?) термальное источники.

Субвулканические тела на мысе Желтый и на острове Уташуд, относящиеся к алеуткинскому вулканическому массиву, представлены дайками оливин - пироксеновых базальтов, долеритов, андезибазальтов, андезитов, андезидацитов и дацитов.

Андезидациты, преимущественно, роговообманковые, с порфировой, серийно-порфировой структурой, реликтовой микролитовой, микропойкилитовой основной массой, массивной, реже флюидальной текстурой. Вкрапленники представлены андезином, роговой обманкой, реже пироксеном. Основная масса сложена агрегатами пятнистого кварца, заключающего микролиты плагиоклаза, а, иногда, роговой обманки. Аксессуарные минералы представлены цирконом, апатитом и рудным минералом.

Андезиты – тела с порфировой структурой, с гиалопилитовой, микролитовой основной массой. Вкрапленники состоят из плагиоклаза, моноклинного и, реже, ромбического пироксена. Основная масса сложена микролитами андезина,

погруженными в разной степени девитрифицированное стекло. Аксессуарные – рудный минерал, апатит.

Базальты – породы с порфировой, полифировой, гломеропорфировой структурой с интерсентальной, участками микродолеритовой, иногда гиалопилитовой основной массой, массивной и миндалекаменной текстурой. Вкрапленники представлены плагиоклазом, клинопироксеном и оливином. Основная масса сложена микролитами лабрадора, в промежутках между которыми заключены призматические выделения клинопироксена, аксессуарный рудный минерал, иногда апатит, стекло.

В районе мыса Желтый отмечаются гидротермальные изменения, проявленные в пропилитизации, аргиллизации и развитии кварцевых и кварц-карбонатных прожилков, сульфидной минерализации в телах андезитов, андезидацитов и покровных фациях алеутского массива. По пропилитизированным разностям пород развиваются хлорит, кварц, карбонат, цеолиты, адуляр, пирит. С окварцеванием связаны проявления сульфидов – пирита, сфалерита, халькопирита, галенита. Редко отмечается золото, сильванит, анатаз. В целом с гидротермально-измененными породами связаны повышенные содержания золота, серебра, меди, свинца, цинка, молибдена, вольфрама, мышьяка.

Зона измененных пород мыса Желтый протягивается вдоль океанического побережья на расстояние 3 км и, вероятно, является результатом деятельности достаточно высокотемпературной газогидротермальной системы. На Камчатке такого рода системы, как правило, локализованы в узлах пересечения поверхностных разрывов с разломами, ограничивающими прогибы фундамента, и не всегда связаны с кальдерами (Леонов, 2001).

Аналогичные породы развиты и на острове Уташуд. На скалистом восточном берегу острова расположены выходы белесовато-серых измененных пород с вкрапленностью кристаллов пирита. Ширина этой зоны осветленных пород ~ 7 м.

Свежие породы острова Уташуд представлены долерит-порфирами с вкрапленниками плагиоклаза и авгита (таблица). Плагиоклаз зональный. Ядра представлены битовнитом. Краевые части и микролиты в основной массе представлены лабрадором. Основная масса состоит из плагиоклаза, пироксена, титаномагнетита. Есть остатки стекла необычного состава. Как правило, остаточные жидкости при кристаллизации



**Таблица.** Химический состав минералов пород острова Уташуд, мас.%

| № п/п | SiO <sub>2</sub> | TiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> * | FeO   | Cr <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | MgO   | CaO   | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | MnO  | NiO  | ZnO  |
|-------|------------------|------------------|--------------------------------|----------------------------------|-------|--------------------------------|-------|-------|-------------------|------------------|------|------|------|
| 1     | 48.90            | 0.02             | 32.27                          |                                  | 0.91  | 0.00                           | 0.12  | 15.81 | 2.49              | 0.04             | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2     | 49.86            | 0.00             | 31.46                          |                                  | 1.25  | 0.00                           | 0.29  | 14.72 | 2.84              | 0.06             | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3     | 54.23            | 0.04             | 27.87                          |                                  | 1.30  | 0.00                           | 0.06  | 11.60 | 5.11              | 0.22             | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4     | 54.86            | 0.03             | 28.47                          |                                  | 1.05  | 0.00                           | 0.02  | 11.36 | 5.13              | 0.18             | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5     | 52.93            | 0.01             | 28.86                          |                                  | 1.24  | 0.00                           | 0.06  | 12.47 | 4.08              | 0.21             | 0.00 | 0.00 | 0.08 |
| 6     | 54.49            | 0.01             | 28.28                          |                                  | 1.38  | 0.00                           | 0.19  | 11.50 | 4.69              | 0.23             | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 7     | 56.50            | 0.02             | 26.41                          |                                  | 1.05  | 0.00                           | 0.06  | 9.97  | 5.08              | 0.38             | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 8     | 61.70            | 0.01             | 22.27                          |                                  | 1.06  | 0.00                           | 0.06  | 8.02  | 5.39              | 0.45             | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 9     | 64.34            | 0.05             | 21.48                          |                                  | 1.20  | 0.00                           | 0.04  | 7.21  | 5.08              | 0.67             | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 10    | 68.91            | 0.01             | 16.27                          |                                  | 0.76  | 0.00                           | 0.07  | 4.55  | 4.53              | 0.59             | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11    | 78.53            | 0.08             | 10.46                          |                                  | 1.26  | 0.00                           | 0.07  | 1.59  | 4.12              | 0.58             | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 12    | 60.77            | 0.06             | 20.60                          |                                  | 1.03  | 0.00                           | 0.07  | 6.21  | 6.00              | 0.90             | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 13    | 52.52            | 0.38             | 1.96                           |                                  | 9.85  | 0.00                           | 14.71 | 20.97 | 0.24              | 0.03             | 0.31 | 0.00 | 0.00 |
| 14    | 51.66            | 0.49             | 2.39                           |                                  | 10.57 | 0.00                           | 14.50 | 20.20 | 0.35              | 0.01             | 0.22 | 0.00 | 0.00 |
| 15    | 52.11            | 0.48             | 2.61                           |                                  | 10.94 | 0.00                           | 14.52 | 20.26 | 0.42              | 0.02             | 0.27 | 0.00 | 0.00 |
| 16    | 52.58            | 0.31             | 1.78                           | 45.57                            | 10.24 | 0.00                           | 14.02 | 21.29 | 0.20              | 0.01             | 0.38 | 0.00 | 0.00 |
| 17    | 0.09             | 11.05            | 0.75                           | 48.68                            | 39.54 | 0.00                           | 0.00  | 0.31  | 0.00              | 0.04             | 1.04 | 0.00 | 0.07 |
| 18    | 0.00             | 8.12             | 2.52                           |                                  | 37.63 | 0.91                           | 0.00  | 0.17  | 0.01              | 0.00             | 0.85 | 0.00 | 0.00 |
| 19    | 51.58            | 0.00             | 32.34                          |                                  | 1.07  | 0.00                           | 1.38  | 0.00  | 0.04              | 9.19             | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 20    | 51.09            | 0.00             | 32.26                          |                                  | 0.99  | 0.00                           | 1.34  | 0.00  | 0.01              | 9.36             | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 21    | 52.63            | 0.00             | 32.93                          |                                  | 0.89  | 0.00                           | 1.35  | 0.00  | 0.04              | 7.90             | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 22    | 51.51            | 0.00             | 33.70                          |                                  | 1.46  | 0.00                           | 1.01  | 0.00  | 0.17              | 9.81             | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 23    | 49.50            | 0.00             | 34.00                          |                                  | 1.25  | 0.00                           | 0.92  | 0.00  | 0.15              | 9.05             | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 24    | 67.37            | 0.00             | 20.64                          |                                  | 0.19  | 0.00                           | 0.00  | 0.28  | 10.97             | 0.70             | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 25    | 67.49            | 0.00             | 20.58                          |                                  | 0.17  | 0.00                           | 0.00  | 0.37  | 11.30             | 0.04             | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

1-18 данные анализов минералов из долерит-порфиров, 19-25- из березитов: 1,2 – ядра вкрапленников плагиоклаза; 3,4 плагиоклаза; 5-9 – микролиты плагиоклаза; 10-12 – стекло; 13-16 – вкрапленники клинопироксена (авгита); 17,18 – микролиты титана; 24-25 – альбит.

Данные получены путём стандартного пересчёта анализов по программе В.В. Ананьева.

Аналитические работы проведены в лаборатории оптической и микрозондовой минералогии Института вулканологии ДВО РАН микроанализаторе «САМЕВАХ 244».

базальтовых расплавов стремятся к гранитной эвтектике с содержанием  $Al_2O_3 \sim 14-15$  вес. %, тогда как в данном стекле его содержание имеет значительный разброс от 10 до 20 вес. %. Это достаточно необычный результат, вероятно, надо рассматривать как предварительный. Отмечена значительная хлоритизация пироксена в основной массе и, в ряде случаев, по титаномагнетиту развивается сфен.

Измененные породы представлены березитами, сложенными кварцем, мусковитом, с примесью пирита, но рутил не был найден. Собственно руда представлена практически сливным пиритом с кварцевыми включениями. Во многих зернах пирита присутствуют включения  $\sim 5-10$  мк галенита и аргентита. Встречаются и самостоятельные зерна аргентита размером до 50 мк. В руде имеются и опаловидные разности кремнезема, что фиксируется по образованию кратеров под действием электронного зонда «Камебакс» при анализе.

Структуры, подобные бухте Вестник, отмечены и севернее: это бухта Асача (северо-западный грабен), бухта Мутная (широтная депрессия) и др. На южном берегу бухты Асача – широкая полоса измененных пород (огипсование, аргиллизация, цеолиты, карбонаты, пирит).

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Мористее острова Уташуд в двух экспедициях НИС «Вулканолог» в 80-ых годах XX века было выполнено непрерывное сейсмоакустическое профилирование (НСП) в модификации центрального луча. По мнению начальника этих рейсов Н.И. Селиверстова, данные НСП позволяют говорить о повышенной газонасыщенности верхней части осадочной толщи в этом районе.

Если допустить, что отмеченные у восточного берега острова пятна морской воды аномального цвета могут быть вызваны действием подводных газогидротермальных струй, то, естественно, возникает вопрос о возможной природе этих струй.

Особенности геологического строения района позволяют выдвинуть несколько вариантов объяснения этого явления. Бухта Вестник с островом Уташуд – вулканотектоническая депрессия, на дне которой, в настоящее время, сохранились активные термальные площадки. Подобного рода вулканотектонические прибрежные депрессии в областях палеовулканизма (Урал, Средняя Азия, в частности,

Чаткало-Курамининский регион Узбекистана) содержат значительное количество полезных ископаемых, в частности,  $Be$  и  $Li$ . С этой позиции (рудные залежи), вероятно, объяснимо существование аномального магнитного склонения у южного берега острова Уташуд (Лоция..., 1968). Имеющиеся карты эхолотных промеров, в общем, не противоречат выделению в данном районе кольцевой структуры.

О существовании вулканотектонических депрессий на восточном побережье Камчатки писал еще в 1952 г. Г.М. Власов (Геология СССР 1964). Пионером в выделении кольцевых структур на юге Камчатке является М.М. Василевский. Кольцевые морфоструктуры на Восточном побережье Южной Камчатки выделяет Б.В. Ежов (1988) и связывает с ними месторождения  $Zn$ ,  $Pb$  и  $Cu$ . Совместная интерпретация геологической карты Южной Камчатки и материалов гравиметрической и магнитной съемок позволяет выделить на побережье, в районе бухты Вестник, кольцевой сегмент по вышедшим на дневную поверхность интрузивным телам диоритового состава и характерным геофизическим аномалиям.

Характерной особенностью Восточной Камчатки является заложение на новейшем этапе её развития крупных субизометричных депрессионных структур (заливов) – Карагинского, Озерного, Камчатского, Кроноцкого и Авачинского, разделённых, соответственно, поднятиями Озерновского, Камчатского, Кроноцкого и Шипунского полуостровов.

Примечательно, что геометрические центры депрессий расположены на линии, протягивающейся параллельно оси Курило-Камчатского глубоководного жёлоба (на расстоянии 85-90 км от неё), и отстоят на сопоставимом расстоянии друг от друга (150-210 км).

Пространственная регулярность расположения депрессий свидетельствует о наличии единого регионального механизма заложения и развития, скорее всего, связанного с активными дифференцированными движениями по поперечным (к простиранию островной дуги) разломам (Селиверстов, 1998), либо же с конвективным перераспределением масс в астеносфере, либо с иными процессами. В этом случае, последовательность чередующихся впадин и поднятий не должна была бы ограничиваться сюга только лишь депрессией Авачинского залива. В действительности, же южная часть побережья Авачинского залива с сильно расчленённой береговой линией сменяется далее к югу слабо

изрезанным побережьем без ярко выраженных полуостровов и заливов.

Исключение составляет бухта Вестник, глубоко врезанная в побережье и расположенная именно там, где должна была бы располагаться, в случае непрерывного их развития, очередная депрессия.

Другим возможным вариантом объяснения является предположение, что мыс Желтый и остров Уташуд приурочены к региональному разлому северо-восточного простирания, который активен в настоящее время, и по которому идет разгрузка глубинных гидротерм.

Имеющиеся на сегодняшний день результаты позволяют рассматривать о. Уташуд и несколько скал, находящихся рядом с ним, и как фрагмент разрушенной вулканической постройки плиоцен-четвертичного (?) возраста. Рядом с островом имеются две скалы, имеющие общее с ним основание и рассматриваемые вместе с юго-восточной частью острова как интрузивные тела. Известно, что вулканические постройки, сформировавшиеся в прибрежной зоне, как показывают наблюдения за ними, разрушаются очень быстро, из-за размыва пирокластике прибрежными течениями (Johnson, Tinny, 1987). Сохраняются только массивные лавовые образования: дайки, некки, экструзии, являющиеся апофизами магматических очагов внутри постройки.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенные данные позволяют наметить объекты и явления, изучение которых может представить серьезный практический и научный интерес.

Сорокалетний период детальных сейсмологических наблюдений на Камчатке свидетельствует о собственной асейсмичности Малко-Петропавловской зоны поперечных дислокаций за этот период. Однако, это не исключает сейсмической активности этой зоны как в прошлом, так и в будущем. Возможные землетрясения из этой зоны могут представлять реальную угрозу городам Елизово и Петропавловск-Камчатский. Целесообразно провести детальные геолого-геофизические исследования этой зоны. Явление сверхбыстрых деформаций земной поверхности в зонах разломов можно использовать для прогноза предстоящих сейсмических событий, источником которых может быть и СФЗ, путем многократных высокоточных нивелирований ряда разломов в этой зоне.

Изучение бухты Вестник и острова Уташуд нужно рассматривать как комплексную задачу, одной

из важных составляющих которой является вулканоопасность. В свете перечисленных данных, проявления подводной вулканической деятельности в четвертичное время возможны и на тихоокеанском шельфе Южной Камчатки. Целесообразно проведение морских и наземных геолого-геофизических работ с целью поисков вулканических аппаратов, мест разгрузки гидротермальных систем и термальных площадок в прибрежной и шельфовых зонах.

Ранее, например, делались попытки интерпретировать Авачинскую бухту как кальдеру или купольную структуру (Масуренков, 1985), в противовес геолого-геофизическим данным, свидетельствующим об ошибочности таких предположений (Апрелков, Святловский, 1989).

Одной из важнейших задач будущих исследований прибрежной зоны Южной Камчатки (и в частности акватории и побережья бухты Вестник) является изучение соотношений между флюидной и термальной составляющей современных подводных газогидротермальных систем. В отличие от наземных гидротермальных систем материковой части Камчатки, где содержание газовой фазы невелико по сравнению с жидкой, описанный в данной работе феномен интенсивной дегазации наводит на мысль о существовании механизмов, приводящих к обогащению термальных вод газовой составляющей. Более того, не совсем ясно, имеем ли мы дело с термальными водами, чрезвычайно обогащенными газовой фазой, либо же здесь (подобно описанным ранее случаям, таким, как у берегов о. Парамушир, у о. Беннета, в заливе Нортон и т.д.) происходит деструкция залежи газогидратов под воздействием разгрузки термальных вод. Решение этой проблемы может иметь далеко идущие выводы как в плане условий формирования и миграции углеводородов, так и условий происхождения субаквальных термальных вод и связанной с ними минерализации.

Большой интерес могут представлять данные и о геохимической специализации магматических пород острова Уташуд в свете установленной геохимической зональности относительно вулканического фронта. А области разгрузки гидротермальных систем могут представлять и промышленный интерес. На процессы флюидоотделения из магматических расплавов в прибрежно-морских условиях может существенно влиять толща морской воды, которая служит геохимическим барьером, и входит в состав флюида. Гидротермы Тихоокеанского подвижного пояса имеют отчетливую геохимическую специализацию на В, F, S, Ce, As, Sb, Hg, Au, Ag, Li,

Cl, Rb, K и могут формировать четвертичные рудопоявления этих элементов, а при разгрузке гидротермальной системы в водные бассейны этими элементами обогащаются донные осадки в зоне шельфа (Набоко, 1980). В последние годы открыты рениевая и индиевая минерализации Курильской островной дуги (Коваленнер и др., 1993; Данченко и др., 1999). В зоне современного гидротермального рудообразования на вулкане Кудрявый (кальдера Медвежья, остров Итуруп) уже ~ 100 лет происходит концентрирование рения (Знаменский и др., 1999). Содержание рения в отдельных штучных пробах с возгонами достигает 0.1 мас. % (Ермаков и др., 2001). Вулканизм в этой кальдере в верхнем плейстоцене-голоцене локализовался вдоль субширотного магмоподводящего разлома, смещаясь с востока на запад (Ермаков и др., 2001). Это дало основание дать прогноз на поиски месторождения рения в прибрежной части восточного склона кальдеры Медвежья (Пономарев и др., 2002а). Формирование этого месторождения в разломе может продолжаться ~ 1 млн. лет, т.к. рениевоносность характерна и для неогеновых вулканотектонических структур Курильской островной дуги (Данченко и др., 1999). Эта геохимическая специализация, вероятно, характерна и для Камчатки.

Интересным фактом является сообщение о существовании в районе о. Уташуд пункта аномального магнитного склонения (Лощия..., 1968). Аналогичные пункты аномального магнитного склонения приурочены на Восточной Камчатке к заливам и бухтам с аккумулятивными берегами, на которых широко развиты залежи титано-магнетитовых песков. Некоторые из этих россыпей имеют промышленное значение\*. Изучение выявленной закономерности (?) может помочь в оценках запасов этих россыпей, их поискам в других регионах, реконструкциям палеоделта и палеошельфов.

Побережье и акватория бухты Вестник с о. Уташуд являются частью биологического заказника «Берег Чубука» площадью 49 100 га, созданного в 1994 г. с целью охраны южной популяции снежного барана и бурого медведя и входящего в состав Южно-Камчатского природного парка.

Интересные данные могут быть получены в результате проведения комплексных геолого-

геофизических и экологических исследований как на акватории, прилегающей к заказнику «Берег Чубука», так и на побережье. Эти комплексные исследования будут направлены на выявление особенностей геологического, геофизического и геохимического строения района и их влияния на биологические объекты и на биоресурсы. Целесообразно проследить развитие морской и наземной экосистем заказника в четвертичное время, с привлечением данных археологических исследований.

Для выполнения работы предполагается в рамках ФЦП «Интеграция науки и высшего образования России на 2002-2006 годы» привлечь профессорско-преподавательский состав, аспирантов и студентов Камчатского государственного педагогического университета (КГПУ) как для проведения полевых исследований, так и для обработки полученных данных.

Район бухты Вестник и остров Уташуд может стать эталонным объектом для изучения взаимосвязи объектов живой и неживой природы, мониторинга специфической экосистемы прибрежных зон и обучения студентов геологических, экологических, географических и других специальностей КГПУ, занимающихся изучением природных комплексов.

Впоследствии такие работы могут быть проведены и на других особо охраняемых территориях Камчатской области.

Работа выполнена при поддержке ФЦП «Интеграция науки и высшего образования России на 2002-2006 годы» (проект Э334 «Совместные экспедиционные исследования вулканических районов Камчатки для оценки геотермальных ресурсов и прогноза опасных природных процессов»).

### Список литературы

*Авдейко Г.П., Попруженко С.В., Палуева А.А.* Современная тектоническая структура Курило-Камчатского региона и условия магмообразования // Геодинамика и вулканизм Курило-Камчатской островодужной системы. ИВГиГ ДВО РАН. Петропавловск-Камчатский, 2001. С. 9-33.

*Авдейко, Г.П., Попруженко С.В., Палуева А.А.* Тектоническое развитие и вулканотектоническое районирование Курило-Камчатской островодужной системы // Геотектоника. 2002. № 4. С. 33-44.

*Апрелков С.Е., Попруженко С.В., Богдан П.С., Косьянюк Е.Е.* Структуры фундамента и локализация вулканизма Южной камчатки //

\* Кутыев Ф.Ш., Байков А.И., Самылов Н.И. и др. Информационный отчет по теме «Комплексность минеральных ресурсов Камчатского региона для их безотходного освоения». Фонды ИВ ДВО РАН. Петропавловск-Камчатский, 1989. 112 с.

Лоция Охотского моря. Вып. 1. Южная часть моря. МО СССР. Гидрографическое управление, 1968. 282 с.

*Масуренков Ю.П.* Термогенные структуры и критерии поисков скрытых гидротермальных систем в окрестностях г. Петропавловска-Камчатского // Вулканология и сейсмология. 1985. № 4. С. 68-82.

*Мелекесцев И.В., Брайцева О.А., Эрлих Э.Н. и др.* Камчатка, Курильские и Командорские острова. М.: Наука, 1974. 437 с.

*Мелекесцев И.В., Брайцева О.А., Пономарева В.В.* Новый подход к определению понятия действующий вулкан // Геодинамика и вулканизм Курило-Камчатской островодужной системы. ИВГиГ ДВО РАН. Петропавловск-Камчатский, 2001. С. 300-315.

*Мелекесцев И.В., Брайцева О.А., Эрлих Э.Н., Кожемяка Н.Н.* Вулканические горы и равнины // Камчатка, Курильские и Командорские острова. М.: Наука, 1974. С. 162-238.

*Митичкин М.А., Перепелов А.Б., Дриль С.И. и др.* Редкоземельные элементы и геохимическая типизация интрузивного магматизма Малко-Петропавловской поперечной зоны (Камчатка) // Докл. РАН. 1998. Т. 362. № 1. С. 98-101.

Мияко предупреждает о намерениях. Природа. 2001. № 5. С. 47.

*Моги К.* Предсказание землетрясений. М.: Мир, 1988. 382 с.

*Мороз Ю.Ф., Гонтовая Л.И.* Глубинное строение Южной Камчатки по геофизическим данным // Геодинамика и вулканизм Курило-Камчатской островодужной системы. ИВГиГ ДВО РАН. Петропавловск-Камчатский, 2001. С. 58-74.

*Набоко С.И.* Металлоносность современных гидротерм в областях тектоно-магматической активности. М.: Наука, 1980. 198 с.

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

*Пономарев Г.П., Рашидов В.А., Чебурков Ю.Т. и др.* Перспективы поисков технеция и трансураниевых нуклидов в возгонах вулкана Кудрявый (о. Итуруп, Курильские о-ва) // Тез. Докл. Ежегодной научной сессии, посвященной дню Вулканолога. РАН ДВО ИВГиГ. Петропавловск-Камчатский, 2002а. С. 6-8.

*Пономарев Г.П., Рашидов В.А., Чебурков Ю.Т. и др.* Перспективы поисков технеция и трансураниевых нуклидов в высокотемпературных возгонах вулканов Курило-Камчатской островной дуги // Геология, генезис и вопросы освоения

комплексных месторождений благородных металлов. Материалы Всероссийского Симпозиума, проведенного в г. Москве 20-22 ноября 2002 г. М., 2002б. С. 204-205.

*Пузанков Ю.М., Вольнец О.Н., Селиверстов В.А. и др.* Геохимическая типизация магматических и метаморфических пород Камчатки // Труды и та Геологии и геофизики СО АН СССР. Вып. 390. Новосибирск: Наука, 1990. 258 с.

*Селиверстов Н.И.* Строение дна прикамчатских акваторий и геодинамика зоны сочленения Курило-Камчатской и Алеутской островных дуг. М.: Научный мир, 1998. 164 с.

*Сергеев К.Ф.* Тектоника Курильской островной системы. М.: Наука, 1976. 239 с.

*Токарев П.И.* Вулканические землетрясения Камчатки. М.: Наука, 1981. 163 с.

*Федорченко В.И., Абдурахманов А.И., Родионова Р.И.* Вулканизм Курильской островной дуги: геология и петрогенезис. М.: Наука, 1989. 237 с.

*Федотов С.А.* Закономерности распределения сильных землетрясений Камчатки, Курильских островов и Северо-Восточной Японии // Сейсмическое сейсморайонирование. Вопросы инженерной сейсмологии. Вып. 10 (Труды ИФЗ АН СССР. № 36 (203)). М.: Наука, 1965. С. 66-93.

*Федотов С.А.* О механизме вулканической деятельности на Камчатке, Курило-Камчатской дуге и в сходных структурах // Действующие вулканы Камчатки. М.: Наука, 1991. Т. 1. С. 18-25.

*Широков В.А.* О связи извержений вулканов с тектоническими землетрясениями Камчатки: Автореф. ... канд. геол.-мин. наук. М., 1980. 18 с.

*Эрлих Э.Н., Мелекесцев И.В.* Соотношение современной структуры и морфоструктуры // Камчатка, Курильские и Командорские острова. М.: Наука, 1974. С. 17-31.

Geological Survey of Japan. Bull. of the Global Volcanism Network. USA, 2000. V. 25. № 6. p. 4.

*Johnson R.W., Tinny D.* Karachi, an active forearc volcano in the western Solomon Islands: Reported eruption between 1950 and 1982 // Marine Geology, Geophysics and Geochemistry of the Woodlark Basin-Solomon Islands. Circum-Pacific Council for Energy and Mineral Res. Earth Sc. Series /Ed. Taylor B. and Exxon N.F. 1987. V.7. P. 89-11.

## **Possible Evidence of Present-Day Gas-Hydrothermal Activity on the Pacific Shelf of the South Kamchatka**

**<sup>1</sup>Ponomarev G.P., <sup>1</sup>Rashidov V.A., <sup>1</sup>Aprelkov S.E., <sup>2</sup>Delemen' I.F., <sup>3</sup>Popruzhenko S.V., <sup>4</sup>Volynets G.O., <sup>3</sup>Novakov P.M., <sup>2</sup>Philosofova T.M., <sup>5</sup>Mel'nikov D.V., <sup>1</sup>Dirksen O.V., <sup>5</sup>Pavlukov V.K.**

<sup>1</sup>*Institute of Volcanic Geology and Geochemistry FED RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky, Piip Blvd., 9, 683006*

<sup>2</sup>*Institute of Volcanology FED RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky, Piip Blvd., 9, 683006*

<sup>3</sup>*Kamchatpriodresurs, Petropavlovsk-Kamchatsky, Piip Blvd., 9, 683006*

<sup>4</sup>*Tourist Agency "GEK", Petropavlovsk-Kamchatsky, Piip Blvd., 4, 683006*

<sup>5</sup>*Kamchatkan State Pedagogical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, Pogranichnaya, 4, 683032*

A brief review of various relationships connecting seismofocal zone and volcanic belts within the Kurile island-arc system is represented. Possibilities of manifestation of the submarine volcanic activity and associated relief of the hydrothermal systems on the Pacific shelf of the South Kamchatka are considered. We propose to consider Malko-Petropavlovsk zone of transverse dislocations as seismogenerating one. The phenomenon of ultraspeed deformations