

УДК 551.21

## **НОВЫЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПОНЯТИЯ "ДЕЙСТВУЮЩИЙ ВУЛКАН"**

*И.В.Мелекесцев, О.А.Брайцева, В.В.Пономарева*

Опубликовано: Геодинамика и вулканизм Курило-Камчатской островодужной системы. ИВГиГ ДВО РАН, Петропавловск -Камчатский, 2001 г., 428с.; УДК 551.21+552+550.34

На основе детальной реконструкции эруптивной активности вулканов Камчатки разработан новый подход к определению понятия "действующий вулкан". Предлагается считать действующими те многоактные вулканы, для которых установлено и датировано хотя бы одно извержение за последние 3000-3500 лет. Выделены подгруппа активных вулканов, для которых имеются сведения об исторически документированных извержениях или фумарольных проявлениях, и подгруппа потенциально активных вулканов, для которых эти данные отсутствуют, но установлены извержения за последние 3500 лет. По сходным критериям выделяются также потенциально активные поля ареального базальтового вулканизма, региональных зон шлаковых конусов и концентрированного проявления многовыходного экструзивного вулканизма. Предлагается использовать полученные данные для нового каталога действующих вулканов Камчатки, долгосрочного прогноза вулканической активности и связанной с ней опасности.

Действующие вулканы - важнейший объект вулканологических исследований. Однако до настоящего времени научно обоснованного критерия для деления вулканов на действующие и потухшие не существует, хотя это весьма важно как с теоретической, так и, особенно, с практической точки зрения - оценки вулканической опасности. Именно для оценки вулканической опасности необходимо прежде всего иметь четкое представление о том, является ли вулкан действующим (потенциально активным), и следует ли ожидать его извержения в будущем.

### **1. О термине "действующий вулкан"**

Прямым следствием отсутствия научно обоснованной формулировки понятия "действующий вулкан" является, по нашему мнению, кажущаяся неожиданность извержений на вулканах, которые молчали продолжительное время или вообще считались потухшими. Хорошо известны, например, катастрофические извержения Везувия 79 г. н.э., вулканов Эль-Чичон в 1982 г. (Мексика), Пинатубо в 1991 г. (Филиппины), которым предшествовал период покоя более 600 лет, и сильное извержение вулкана Унзен в 1990-

1993 г. (Япония), последовавшее за 200-летним перерывом в его активности [45]. Для Камчатки показателен вулкан Безымянный, который перед катастрофическим извержением 1955-1956 гг. не извергался в течение 1000 лет и лишь условно относился к действующим [32]. В связи с этим встает вопрос, какие максимальные периоды покоя возможны в эруптивной истории вулкана, после чего он способен возобновить свою активность и считаться действующим.

К сожалению, точного ответа на поставленный вопрос в опубликованных работах пока нет, но в современной вулканологии эмпирически сложилось представление, согласно которому под действующим или активным вулканом традиционно понимается вулкан, для которого известны исторические извержения или исторически документированные извержения, а также проявления фумарольной или сольфатарной активности. В соответствии с этим составлен и международный "Catalogue of active volcanoes of the World including solfatara fields" [41], изданный в 1951-1965 гг.

Однако критерий историчности, как справедливо указано в работе [46], вряд ли полностью приемлем, поскольку понятие "исторические извержения" весьма неопределенно. Если же использовать термин "исторически документированные извержения", то разные регионы оказываются в неравных условиях: для Средиземноморья "историческая летопись" составляет 2500-3000 лет, для Исландии - 900 лет, для Камчатки, Курильских и Алеутских островов, Аляски - 200-300 лет, для Африки и Антарктиды - менее 200 лет. В ряде случаев это справедливо даже в отношении разных частей отдельно взятой страны. Так, в Японии, на островах Хонсю и Кюсю, исторически документированные извержения известны, начиная с VII-VIII веков, а на значительно позднее колонизованном о.Хоккайдо - лишь с XVII века. Кроме того, количество действующих вулканов вообще обнаруживает явную тенденцию к росту при увеличении срока, качества и направленности исследований, особенно в малозаселенных районах, где часть извержений могла просто не фиксироваться.

Критерий историчности позволяет неоправданно относить к действующим вулканам и завершившие свою деятельность одноактные вулканические формы, если они возникли на глазах у людей. Например, шлаковый конус Монте Нуово - 1538 г., вулканы Хорульо - 1759-1774 гг., Парикутин - 1943-1952 гг., шлаковые конусы Северного - 1975 г, и Южного - 1975-1976 гг. прорывов Большого трещинного Толбачинского извержения, маары Укинрек - 1977 г. Нецелесообразно включать в каталоги действующих вулканов и сольфатарные поля, так как, по определению [11], сольфатары бывают связаны и непосредственно с вулканической деятельностью, и с гидротермальными месторождениями.

Таким образом, существующее определение действующего вулкана, с одной стороны, является в значительной мере формальным и не учитывает геологических реалий, а с другой стороны, оно неопределенно и внутренне противоречиво.

Все это можно прекрасно проиллюстрировать и на примере Камчатки.

На Камчатке первым и единственным, открытым в самом конце XVII века, действующим вулканом стала Ключевская сопка, из которой по В.Атласову, " днем дым идет, а ночью видны искры и зарево" (цитируется по [12, с. 17]).

В 40-50-ых годах XVIII века, благодаря исследованиям С.П.Крашенинникова [19] и Г.В.Стеллера [37], количество действующих вулканов увеличилось до 8: Камчатская огнедышащая гора - Ключевская сопка, огнедышащие горы Авачинская и Толбачинская, дымящиеся горы Жупановская и Шувелич, Апальская сопка, которая " в минувшие времена была вулканом, выбрасывавшим из своих недр густые клубы дыма " [37, с. 43], две дымящиеся горы в 13 верстах от озера Ксуи (Курильского - прим. авторов) - современные вулканы Камбальный и Кошелевский на Южной Камчатке, находившиеся в 1742 г. в стадии фумарольной активности или слабо извергавшиеся. Были описаны и 4 их извержения: Авачинского вулкана - летом 1737 г. (сильное), Ключевского вулкана - между 1727 и 1731 гг. и в сентябре 1737 г. (катастрофическое), Плоского Толбачика и Толбачинского дола - в декабре 1740 г.

Из описания [37, с.43], можно заключить, что действующим был и Вилючинский вулкан - Вилючинская сопка, которая " в былые времена также дымилась". Но это, скорее всего, ошибка, так как, по данным наших тефрохронологических исследований, последнее извержение Вилючинского вулкана случилось более 7 тыс. лет назад. Естественно, что даже далекие предки живших во время пребывания Г.Стеллера на Камчатке (1740-1744 гг.) аборигенов не могли это извержение запомнить. Вероятно, за извержения Вилючинского вулкана были приняты извержения близко расположенных вулканов Мутновского и Горелого.

На "Карте вулканов Камчатки", составленной Н.Г.Келлем [18] по результатам работ 1908-1910 гг. Камчатской экспедиции Ф.П.Рябушинского, показано уже 12 действующих вулканов, определены координаты и абсолютные высоты их вершин. Это сопки: Шивелуч - 3298 м (Главная вершина) и 2697 м - (Кратерная вершина), Ключевская - 4850 м, Толбачик - 3730 м, Щапинская (вулкан Кизимен) - 2800 м, Кихпиныч - 1700 м, Березовая (Карымский вулкан) - 1320 м, Жупанова - 2931 м, Коряка - 3462 м, Авача - 2720 м, Мутная - 2322 м, Штюбеля - 800 м, Кошелева - 1800 м. Картированием была охвачена только Восточная вулканическая зона Камчатки в современном ее понимании.

В первом для Камчатки каталоге вулканов [30] П.Т.Новограбленов насчитывает в 1931 г. уже 19 действующих вулканов (табл.1). Он же, по сути дела, первым на Камчатке сформулировал в общем виде определение понятия "действующий вулкан", назвав действующими вулканы периодически активные и находящиеся в стадии сольфатар. Принципиально сходное определение дано и в "Справочнике по вулканологии" 1984 г. [11]. Там к действующим относится вулкан, "извержения которого происходят в настоящее время или происходили в течение исторического времени, а также вулкан, который обнаруживает постоянную фумарольную деятельность" [11, с.35]. Однако, в 1957 г. В.И.Влодавец и Б.И.Пийп включили в "Каталог действующих вулканов Камчатки" [12] и "некоторые другие крупные многоактные вулканы, для которых нет сведений об их исторических извержениях, но которые обладают малоизмененными формами и свежими на вид лавовыми потоками". На этом основании к действующим ими были отнесены вулканы Крашенинникова и Кихпиныч, а еще ранее по этим же признакам Б.И.Пийп предложил включить в состав действующих вулкан Безымянный [32]. Таким образом, была сделана попытка при отнесении вулканов к действующим учитывать и геологические данные. Однако понятия "свежие" и "малоизмененные" тоже достаточно субъективны. Следует отметить, что даже при очень хорошей сохранности одноактные формы в каталог не помещены. Всего в каталоге имеется 28 действующих вулканов (см. [табл.1](#)).

И.И. Гущенко [14] разделил вулканы на 3 категории: А - действующие вулканы с точной датировкой извержений в историческое время. В - потенциально действующие вулканы с приближенной датировкой последних извержений не свыше 3500 лет, С - вулканы, находившиеся в сольфатарной стадии активности в историческое время и сольфатарные поля. Никакого обоснования для приведенной цифры И.И.Гущенко не дает. Можно лишь предположить, что за точку отсчета взят 1500 г. до н.э. - время самых старых извержений в его каталоге: предполагаемая дата образования кратера Астрони и извержения вулкана Этна в Италии. И.И.Гущенко довел список действующих вулканов Камчатки до 32 (см. [табл.1](#)).

Позднее предложенный в работе [14] принцип классификации действующих вулканов был использован В.И.Влодавцем в его "Справочнике по вулканологии" [11], хотя и в несколько модернизированном виде: там выделены действующие вулканы в стадии сильной сольфатарно-фумарольной деятельности (Ф) и в стадии слабой сольфатарной активности (С). Однако в списке "Справочника " среди 30 действующих вулканов Камчатки нет вулканов в стадии Ф. Отсутствуют там также вулканы Острый Толбачик и Большая Удина, имеющиеся в работе [14].

Критерии, положенные в основу выделения действующих вулканов в работе "Действующие вулканы Камчатки" [15], вышедшей в 1991 г., вообще непонятны. Туда, например, наряду с действующими вулканами из прежних каталогов [12,14] помещены "известная среди вулканологов и любителей природы Долина Гейзеров" и одноактные "Новые Толбачинские вулканы". Несмотря на это добавление, количество вулканов, тоже по неясной причине, сокращено до 29.

В последнем зарубежном каталоге 1994 г. [45] термин действующий вулкан, по сути дела, вообще отсутствует. Там просто собраны и обобщены сведения по хронологии вулканизма за последние 10 тыс. лет. Включены туда и датированные разными методами одноактные вулканические формы. Однако, это своего рода способ уйти от оценки - является ли вулкан действительно действующим, и сможет ли он извергаться в будущем. Многие вулканы, извергавшиеся в начале голоцена (часто завершая свой позднеплейстоценовый этап активности), с тех пор в течение многих тысячелетий не проявляли никакой активности, и вряд ли проявят ее в дальнейшем. Нам представляется, что среди извергавшихся в голоцене вулканов следует выделить те, которые являются потенциально активными, т.е. могут дать извержения в будущем. Этот вопрос является принципиальным при любых исследованиях, связанных с оценкой вулканической опасности.

Мы считаем, что наиболее перспективен подход, при котором вулкан следует считать действующим, основываясь на его эруптивной истории за длительный отрезок времени, желательно с момента возникновения или за последние 5-10 тыс. лет. Прекрасным методом для реконструкции эруптивной истории является тефрохронология с широким применением радиоуглеродного датирования. Методика таких исследований была изложена нами в многочисленных публикациях [3,6,9,34,36 и др.]. Изучение этим методом истории активности действующих вулканов Камчатки в голоцене позволило нам определить для них максимальные длительности периодов покоя, после которых вулканическая активность снова возобновляется, и таким образом использовать данный критерий для отнесения вулканов к действующим.

## **2. Максимальные перерывы в эруптивной активности вулканов**

К настоящему времени изучена с разной степенью детальности история эруптивной активности большинства действующих вулканов Камчатки: Шивелуча [44], Безымянного [6], Кизимена [24], Крашенинникова [13,34], Кихпиныча [8], Малого Семячика [5,9,45], Карымского [2], Авачинского [4,25], Горелого [36], Мутновского [23], Ксудаца [47]. В стадии изучения и обработки материалов находятся вулканы Ключевской, Корякский, Опала, Ильинский, Камбальный, Кошелева, Гамчен, Комарова.

Рекогносцировочные исследования были проведены на вулканах Жупановский, Бакенинг, Вилючик, Козельский. Были выделены и датированы также крупнейшие эксплозивные извержения за последние 10 000 лет [29,39]. Прослой пеплов этих извержений оказались прекрасными маркирующими горизонтами [7,40], которые были использованы для стратиграфического расчленения, датирования и корреляции других типов вулканических отложений, определения возраста разнообразных вулканических форм.

Изученные вулканы имеют различные морфологию и состав продуктов. Вулканы Ключевской, Безымянный, Карымский - обычные стратовулканы, Крашенинникова, Кихпиныч, Малый Семячик - вулканические постройки, включающие несколько слившихся конусов-стратовулканов, Авачинский - вулкан типа Сомма-Везувий, Кизимен - вулкан с широким развитием экструзивных куполов, Ксудач - вулканический массив, крупнейшие эксплозивные извержения на котором сопровождались кальдерообразованием. Вулканы Ключевской, Крашенинникова, Кихпиныч, Малый Семячик поставляют на поверхность преимущественно базальты и андезитобазальты, Карымский и Безымянный - андезиты, Ксудач - андезиты и дациты, Авачинский - андезиты для первого этапа в голоцене и андезито-базальты для его Молодого конуса.

Анализ материалов по реконструкции активности вышеперечисленных вулканов показывает, что длительность периодов покоя в их деятельности не обнаруживает существенных различий в зависимости от морфологии вулканов или состава их магмы.

Если не рассматривать интервалы между извержениями внутри самих эруптивных периодов, где они измеряются обычно годами и десятками лет, а взять интервалы покоя между периодами активизации, то типичными для них можно считать длительности в сотни лет. Периоды покоя продолжительностью 700-900 лет установлены для вулканов Безымянный, Крашенинникова, Карымский. Даже для Авачинского вулкана с его весьма напряженной активностью выявлен период покоя длительностью 900 лет (рис.1). Периоды покоя в 1000-2000 лет также

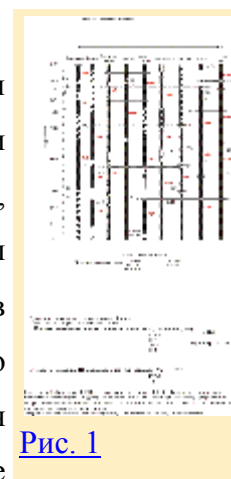


Рис. 1

нередки, и случались хотя бы раз в эруптивной истории вулканов Кизимен, Малый Семячик, Карымский, а также на вулкане Ксудач (см. рис.1). Именно 1000 лет продолжался период покоя перед катастрофическим извержением вулкана Безымянный 1955-1956 гг. Периоды покоя длительностью 2000-3000 лет, после которых вулкан все еще сохранял возможность возобновить свою активность, имели место в истории Кизимена, Малого Семячика, Карымского и дважды в истории Ксудача. Они отмечены также для вулканов Горелый, Опала, Желтовский, Ильинский и Камбальный. Периоды покоя

длительностью немногим более 3000 лет установлены для вулканов Желтовский и Камбальный. На вулкане Кихпинич период покоя 3200 лет разделял периоды активизации, отвечающие времени формирования двух его конусов - Западного и Савича. Самый длительный период покоя (3500 лет) зафиксирован для вулкана Дикий Гребень (см. [рис.1](#)).

Перерывы между формированием отдельных вулканических конусов, составляющих вулканические массивы, по длительности вполне сопоставимы с периодами активизации в истории вулканов, имеющих единую морфологическую постройку. Это хорошо видно на примере вулканических массивов Крашенинникова и Малого Семячика. Молодой конус Малого Семячика - Кайно-Семячик, отделен от предыдущего конуса Мезо-Семячика перерывом в активности длительностью около 1700 лет, а формирование Северного и Южного конусов массива Крашенинникова - интервалом покоя в 900 лет. Это указывает на то, что вулканические массивы Крашенинникова и Малого Семячика являются каждый, в сущности, одним действующим вулканом. Формирование их индивидуальных конусов - просто способ наиболее экономичного продолжения вулканического процесса: вулканический конус достигает предельной для него высоты, часто давая на заключительной стадии серию побочных прорывов, обеспечивающих магме выход на более низких гипсометрических уровнях; в начале нового цикла активности в условиях предельной высоты постройки происходит смещение канала вулкана по простиранию и образование нового конуса рядом с предыдущим.

Из всего вышеизложенного следует, что периоды покоя длительностью 1000-3000 лет обычны для эруптивной истории камчатских вулканов, после чего они возобновляют свою активность. Максимальный период покоя для изученных вулканов составил 3200-3500 лет. Основываясь на этих данных, мы предлагаем считать на Камчатке действующими те многоактные вулканы, для которых однозначно установлено и датировано хотя бы одно извержение за последние 3000-3500 лет. Среди них можно выделить подгруппу активных вулканов, для которых имеются сведения об исторически документированных извержениях или фумарольных проявлениях, и подгруппу потенциально активных вулканов, для которых эти данные отсутствуют, но установлены и датированы извержения за последние 3000-3500 лет. Последние после периода относительного покоя способны возобновить свою активность. Многие из них не только потенциально активные, но и потенциально опасные вулканы, на которые следует обращать первоочередное внимание при освоении территории. Уместно отметить, что если бы на Камчатке исторические свидетельства охватывали такой интервал времени, как

в Средиземноморье, то многие выделяемые во вторую подгруппу вулканы и по принятому критерию об исторически документированных извержениях оказались бы действующими. В связи с этим нам представляется, что решающее значение при отнесении вулкана к действующим или потухшим должно иметь изучение его истории за последние тысячелетия.

### **3. Предлагаемый список действующих вулканов Камчатки**

При сравнении между собой каталогов действующих вулканов Камчатки предшествующих исследователей [11,12,14,15,30] хорошо видно (см. [табл.1](#)), что их основу (60-70%) составляет группа из 19 вулканов, отнесенных к действующим П.Т.Новограбленовым в 1931 г. [30]. В опубликованный в 1957 г. каталог [12] В.И.Влодавец и Б.И.Пийп поместили, по разным соображениям, еще 9 вулканов. Вулканы Малый Семячик и Камбальный - в связи с данными об их исторических извержениях, Гамчен и Комарова - из-за обнаружения в их кратерах фумарольной активности, Бурлящий, Центральный Семячик и Узон - из-за проявляющейся там постоянной сольфатарной и гидротермальной деятельности.

Как показали наши исследования, В.И. Влодавец и Б.И.Пийп в свое время [12,32] совершенно правильно отнесли к действующим вулканы Безымянный и Крашенинникова. Вулкан Безымянный подтвердил это знаменитым извержением 1955-1956 гг. после тысячелетнего периода покоя. Вулкан Крашенинникова извергался в интервале времени 1100-1300 л.н., а последние его извержения были 600 и 400 л.н. (см. [рис.1](#)).

Изменения в более поздних по времени списках действующих вулканов [11,14,15] были менее существенными. И.И.Гущенко [14] добавил к использованному им каталогу [12] 4 вулкана: Ближнюю и Дальнюю Плоские сопки, Камень, Острый Толбачик и Большую Удину. В.И.Влодавец [11] оставил Ближнюю и Дальнюю Плоские сопки и Камень, но исключил Острый Толбачик и Большую Удину. Вулканов Камень, Острый Толбачик и Большая Удина нет и в работе [15], но дополнительно введены одноактные Новые Толбачинские вулканы.

Наши исследования эруптивной активности вулканов за последние 10 тыс. лет и сформулированный выше (см. раздел 2) новый подход к определению понятия "действующий вулкан", основанный на оценке максимальных по длительности перерывов в деятельности вулканов, позволили, с одной стороны, частично ревизовать ранее существовавшие списки действующих вулканов, исключив оттуда некоторые из них, а с другой - пополнить этот список за счет новых вулканов. По нашему мнению (см. ниже), к действующим не следует относить вулканы Камень, Острый Толбачик, Большая Удина,



Узон, Центральный Семячик, Бурлящий, Дзензурский, а также одноактные Новые Толбачинские вулканы, представленные шлаковыми конусами. Расширить же круг действующих вулканов Камчатки предлагается, включив туда вулканы Тауншиц, Ходутка, Дикий Гребень и Хангар.

Вулкан Тауншиц расположен в пределах Восточной вулканической зоны. Он был активен в раннем голоцене, а около 8500 (7700 14С) л.н. на вулкане произошло катастрофическое извержение с обрушением склона конуса и формированием вершинного кратера 1,5 км в диаметре [26,42]. После извержения в кратере возник экструзивный купол. С ним было связано сильное извержение, имевшее место около 2400 л.н., в ходе которого сформировались пирокластический и лавовый потоки. Текущий период покоя вулкана (последние 2400 лет) не превышает максимальную длительность таких периодов (3000-3500) для других вулканов, которые после этого возобновляли свою активность. Вследствие этого мы предлагаем относить Тауншиц к действующим вулканам (подгруппе потенциально активных вулканов).

Вулкан Ходутка на Южной Камчатке был активен в голоцене. Около 2900 (2800 14С) л.н. у подножия вулкана произошло мощное извержение с объемом продуктов 1-1,5 км<sup>3</sup>, во время которого образовался кратер Ходуткинский "маар" [28,40]. Извержение самого вулкана имело место 2000-2500 14С л.н., когда произошло излияние лавового потока из его центрального кратера [26].

В рамках рассматриваемого вопроса большой интерес представляет вулкан Дикий Гребень, расположенный на Южной Камчатке восточнее Курильского озера. Постройка вулкана состоит из главного экструзивного купола (г.Неприятная) и нескольких экструзивных куполов на его склоне с лавовыми и пирокластическими потоками. Дикий Гребень - это крупнейшее экструзивное сооружение в пределах Курило-Камчатской области. Вулкан начал формироваться сразу после образования кальдеры Курильское озеро-Ильинская ~8500 (7700 14С) л.н. [43]. Вторая фаза активности имела место ~4800 (4300 14С) л.н. Последнее извержение вулкана произошло всего 1500 (1600 14С) л.н. (см. рис.1). Вулкан Дикий Гребень никогда и ни кем не рассматривался как действующий. Однако, исходя из того, что последний период покоя составляет всего 1600-1500 лет, его можно отнести к категории потенциально активных. Именно в деятельности Дикого Гребня обнаружен самый длительный (3500) период покоя между моментами активизации.

Недавно полученные данные [38] позволяют отнести к действующим также вулкан Хангар в Срединном хребте Камчатки. Его наиболее молодые извержения имели место всего 1000 и 400 лет назад.

По данным тефрохронологических исследований установлено, что такие камчатские вулканы, как Вилючинский, Бакенинг, Козельский и, возможно, Камень действовали только в раннем голоцене. Однако с тех пор в течение более 7000 лет они не проявляли вулканической активности, и мы полагаем, что их не следует относить к действующим. Утверждение В.А.Ермакова [17] о направленном взрыве на вулкане Камень VI-XI в.н.э. является ошибочным. На самом деле, на вулкане Камень около 1000 л.н. произошел гигантский обвал, субсинхронный предпоследнему катастрофическому извержению рядом расположенного вулкана Безымянный [22].

У некоторых вулканов, помещенных в каталоги [12,14,30], при отсутствии известных исторических извержений основанием для отнесения к действующим служит наличие сольфатарной активности. Однако следует, по нашему мнению, отличать собственно фумарольную активность вулкана от сольфатарной, связанной с гидротермальной деятельностью, которая проявляется на вулкане и в его окрестностях. Так, отмеченная в [12,14] гидротермальная и сольфатарная деятельность позднеплейстоценовой кальдеры Узон, района Центрального Семячика (позднеплейстоценовый вулкан Бурлящий), среднеплейстоценового вулкана Дзендзур непосредственно не связана с деятельностью этих давно потухших вулканов. Гидротермальные проявления здесь, как и в Долине Гейзеров и на Паужетке, приурочены к большеобъемным остывающим очагам кислой магмы кальдерообразующих извержений средне-позднеплейстоценового этапов.

Что касается самого вулкана Узон (Бараний Пик) на СЗ борту кальдеры Узон, то он еще старше одноименной кальдеры, и прекратил свою деятельность как минимум в среднем плейстоцене. Самым же молодым вулканическим образованием в кальдере Узон является маар озеро Дальнее, возникший ~7600 л.н. [39].

Якобы происходившее, по наблюдению охотников, на сильно разрушенном, с типичным альпийским рельефом, среднеплейстоценовом вулкане Дзендзур извержение ("во время сильного февральского землетрясения 1923 г. Зензур горел" [30, с. 96]) очень сомнительно, поскольку никаких следов его никто не смог обнаружить. Вероятно, это был обычный сейсмоструктурный обвал в одном из каров, каких на вулкане Дзендзур много, на что указывает и синхронность "извержения" 1923 г. с землетрясением. Об извержении не упоминает и один из последних, работавших там, исследователей - Ю.П.Масуренков [21].

В связи с этим, имеющиеся в каталогах [12,14] вулканы Камень, Бурлящий, Дзендзур, вулкан и кальдера Узон следует исключить из числа действующих.

Нет достаточных оснований для отнесения к действующим [по 14] также позднеплейстоценовых вулканов Острый Толбачик и Большая Удина. Приводимые в качестве соответствующего аргумента 6 шлаковых конусов на западном склоне Острого Толбачика связаны не с этим вулканом, а с наложенной на него голоценовой региональной зоной шлаковых конусов [10]. Убедительных же доказательств молодого (1-3 тыс. лет) возраста последних извержений вулкана Большая Удина не имеется.

Нельзя, по нашему мнению, относить к действующим и конкретные одноактные вулканические формы (шлаковые и лавовые конусы, кратеры, маары и воронки взрыва, экструзивные купола), включая и те, которые возникли в историческое время, поскольку они, даже по определению, не способны снова извергаться в будущем.

Однако поля позднеплейстоцен-голоценового базальтового ареального вулканизма Южной и Восточной Камчатки, а также Срединного хребта возможно рассматривать как потенциально активные, так как вулканические формы (шлаковые и лавовые конуса, кратеры) во многих из них возникали фактически на протяжении всего голоцена [16 и др.]. Поэтому нельзя исключить их образования там и в будущем.

Предлагается включить в состав потенциально активных и Толбачинскую региональную зону шлаковых конусов [33], возникшую в начале голоцена [10] и остающуюся весьма активной вплоть до настоящего времени. Наиболее молодые вулканические проявления имели там место в 1740, 1941 и 1975-1976 гг. [1,19,33]. Несомненно, что новые одноактные вулканические формы разных типов станут появляться здесь и в дальнейшем.

Одним из эруптивных центров 70-км дугообразной в плане линейной зоны растяжения, с которой ассоциируется Толбачинская региональная зона шлаковых конусов, является и вершинная часть вулкана Плоский Толбачик [10]. Свидетельством этого служит, в частности, многоцентровое Большое трещинное Толбачинское извержение (БТТИ) 1975-1976 гг., в ходе которого на вершине Плоского Толбачика возникла кальдера гавайского типа размером (17 сентября 1976 г.) 1604x1180 м и объемом 0,347 км<sup>3</sup> [1]. Ее появление здесь является, по нашему мнению, реакцией на отток магмы из-под постройки вулкана в район Южного прорыва БТТИ, где она и излилась, сформировав обширный (35,87 км<sup>2</sup>, объем 0,968 км<sup>3</sup> по [1] лавовый покров. Именно наложение на обычный конусовидный позднеплейстоценовый стратовулкан голоценовой зоны растяжения и мощная инъекция по ней базальтовой магмы способствовали возникновению на вершине последнего и более ранних кальдер гавайского типа, продлению его активной жизни до настоящего времени и появлению названия Плоский Толбачик. Тогда как расположенный

рядом однотипный и одновозрастный с Плоским Острый Толбачик, не затронутый этой трещиной, прекратил свою деятельность в конце позднего плейстоцена-начале голоцена.

Приуроченность к единой структуре формально позволяет объединить Плоский Толбачик с Толбачинской региональной зоной шлаковых конусов, но сделать это не допускает разница в особенностях проявления у них эруптивной активности. Деятельность Плоского Толбачика (одно и то же местоположение эруптивного центра, единый эруптивный аппарат - кальдерный комплекс и множественность извержений) отвечает деятельности нормального многоактного вулкана, эруптивные же центры Толбачинской зоны постоянно мигрируют, а возникающие вулканические формы всегда одноактные. Поэтому нами эти образования рассматриваются как самостоятельные, хотя и тесно связанные между собой.

Сложнее обстоит дело с однотипной Толбачинской, но многофазной региональной зоной шлаковых конусов Плоских сопок, начавшей формироваться в позднем плейстоцене. Известный нам пока последний эпизод массовых лавовых излияний (эруптивный центр Лавовый Шиш и др.) и кальдерообразования на вершине вулкана Плоская Дальняя сопка (Ушковский) произошел здесь около 9 тыс. л.н. Позднее (но точно неизвестно, когда) в возникшей тогда 4-км кальдере гавайского типа вырос щитообразный вулкан с двумя насаженными на него конусами. В кратере одного из них в 1980 г. была обнаружена и впервые описана [31] фумарольная деятельность. На основании этого вулкан Плоский Дальний (Ушковский) получил статус действующего. Ранее действующим его считал только И.И.Гущенко [14], правда, на основании мало достоверных сведений энтомолога О.Херца об его извержении в 1890 г. Что касается непосредственно остальной части региональной зоны шлаковых конусов Плоских сопок, то вопрос о ее потенциальной будущей активности, до проведения специальных исследований, остается открытым.

Наконец, еще одним объектом потенциально активных вулканических образований может быть и поле концентрированного проявления многовыходного (>15 куполов) экструзивного вулканизма Большого Семячика. Формирование здесь очень свежих по облику экструзивных куполов происходило, вероятно, в течение всего голоцена. Однако, к сожалению, пока датированы лишь некоторые из них: купол Иванова старше 7900 14С лет (8500-9000 14С л.н.), купола Еж и Корона моложе 5600 14С лет [39]. Поэтому отнесение этого поля экструзивного вулканизма к потенциально активным сделано, в известной мере, условно. Для окончательного решения вопроса нужны дополнительные специальные исследования.

Итог наших выводов и представлений о действующих и потенциально активных многоактных вулканах и других вулканических образований отражен в [таблице 2](#). Мы надеемся, что полученные данные могут быть использованы при составлении нового, модернизированного варианта каталога действующих вулканов Камчатки, а также для долгосрочного прогноза вулканической активности, катастрофических извержений и связанной с ними опасности.

Следует отметить, что предлагаемый нами список вулканических образований не является окончательным и бесспорным. Он, естественно, может быть изменен и дополнен по мере поступления новых материалов по этой проблеме. Причем, по большинству типов вулканических образований, включая и многоактные вулканы. Например, вероятными кандидатами для пополнения списка последних могут быть конус Приемыш и купол Бастион [по 20] в Дзэндзур-Жупановской группе вулканов на Восточной Камчатке.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант 00-05-64299 а, 05-15-98611 л).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Большое трещинное Толбачинское извержение. Камчатка. 1975-1976. М.: Наука, 1984. 638с.
- Брайцева О.А., Мелекесцев И.В. Вулкан Карымский: история формирования, динамика активности и долгосрочный прогноз // Вулканология и сейсмология. 1989. N 2. С.14-31.
- Брайцева О.А., Сулержицкий Л.Д., Егорова И.А. Тефростратиграфия и радиоуглеродное датирование // Вулканический центр: строение, динамика, вещество (Карымская структура). М.: Наука, 1980. С. 90-100.
- Брайцева О.А., Базанова Л.И., Мелекесцев И.В., Сулержицкий Л.Д. Крупнейшие голоценовые извержения вулкана Авачинский на Камчатке (этап 7250-3700 14С лет назад) // Вулканология и сейсмология. 1998. N 1. С. 3-24.
- Брайцева О.А., Егорова И.А., Сулержицкий Л.Д., Несмачный И.А. Вулкан Малый Семячик // Вулканический центр: строение, динамика, вещество (Карымская структура). М.: Наука, 1980. С. 199-235.
- Брайцева О.А., Мелекесцев И.В., Богоявленская Г.Е., Максимов А.П. Вулкан Безымянный: история формирования и динамика активности // Вулканология и сейсмология. 1990. N 2. С. 3-32.
- Брайцева О.А., Сулержицкий Л.Д., Пономарева В.В., Мелекесцев И.В. Геохронология крупнейших эксплозивных извержений Камчатки в голоцене и их отражение в Гренландском ледниковом щите // Докл. РАН. 1997. Т. 352. N 4. С. 516-518.
- Брайцева О.А., Флоренский И.В., Пономарева В.В., Литасова С.Н. История активности вулкана Кихпинич в голоцене // Вулканология и сейсмология. 1985. N 6. С. 3-19.

- Брайцева О.А., Егорова И.А., Несмачный И.А., Селянгин О.Б., Сулержицкий Л.Д. Тефрохронологические исследования как метод изучения закономерностей циклического развития вулкана // Бюл. вулканол. станций. 1978. N 54. С. 41-53.
- Брайцева О.А., Мелекесцев И.В., Флеров Г.Б., Пономарева В.В., Сулержицкий Л.Д., Литасова С.Н. Голоценовый вулканизм Толбачинской региональной зоны шлаковых конусов // Большое трещинное Толбачинское извержение. Камчатка. 1975-1976. М.: Наука, 1984. 638 с.
- Влодавец В.И. Справочник по вулканологии. М.: Наука, 1984. 339 с.
- Влодавец В.И., Пийп Б.И. Каталог действующих вулканов Камчатки // Бюл. вулканол. станций. 1957. N 25. С. 5-95.
- Волынец О.Н., Пономарева В.В., Цюрупа А.А. Петрологические и тефрохронологические исследования вулкана Крашенинникова на Камчатке // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1989. N 7. С. 15-31.
- Гущенко И.И. Извержения вулканов мира. Каталог. М.: Наука, 1979. 475 с.
- Действующие вулканы Камчатки. М.: Наука. 1991. Т. 1. 302 с. Т. 2. 415 с.
- Дирксен О.В., Мелекесцев И.В. Хронология, динамика формирования и морфология эруптивных центров голоценового этапа ареального вулканизма бассейна р.Авача (Камчатка, Россия) // Вулканология и сейсмология. 1999. N 1. С. 3-19.
- Ермаков В.А. Отложения направленного взрыва вулкана Камень // Вулканы и извержения. М.: Наука, 1969. С. 82-93.
- Келль Н.Г. Карта вулканов Камчатки. Л., Изд-во РГО, 1928. 90 с.
- Крашенинников С.П. Описание земли Камчатки. Санкт-Петербург: Наука. Петропавловск-Камчатский: "Камшат". Т. 1. 1994. 438 с.
- Литвинов А.Ф., Бурмаков Ю.А. Геологическое строение и четвертичный вулканизм Жупанова хребта (Восточная Камчатка) // Вулканология и сейсмология. 1993. N 2. С. 16-26.
- Масуренков Ю.П., Комкова Л.А. Вулкан Дзензурский // Действующие вулканы Камчатки. Т. 2. М.: Наука, 1991. С. 206-209.
- Мелекесцев И.В., Брайцева О.А. Гигантские обвалы на вулканах // Вулканология и сейсмология. 1984. N 4. С. 14-23.
- Мелекесцев И.В., Брайцева О.А., Пономарева В.В. Динамика активности вулканов Мутновский и Горелый в голоцене и вулканическая опасность для прилегающих районов (по тефрохронологическим данным) // Вулканология и сейсмология. 1987. N 3. С. 3-18.
- Мелекесцев И.В., Пономарева В.В., Волынец О.Н. Вулкан Кизимен (Камчатка) - будущий Сент-Хеленс // Вулканология и сейсмология. 1992. N 4. С. 3-32.
- Мелекесцев И.В., Брайцева О.А., Двигало В.Н., Базанова Л.И. Исторические извержения Авачинского вулкана на Камчатке (попытка современной интерпретации и классификации для долгосрочного прогноза типа и параметров будущего извержения). Часть I. 1737-1909 // Вулканология и сейсмология. 1993. N 6. С. 13-27. Часть II. 1926-1991. // Вулканология и сейсмология. 1994. N 2. С. 3-22.
- Мелекесцев И.В., Брайцева О.А., Пономарева В.В., Сулержицкий Л.Д. Возраст и динамика формирования действующих вулканов Курило-Камчатской области // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1990. N 4. С. 17-31.

- Мелекесцев И.В., Брайцева О.А., Пономарева В.В., Сулержицкий Л.Д. Катастрофические кальдерообразующие извержения вулкана Ксудач в голоцене // Вулканология и сейсмология. 1995. N 4-5. С. 28-53.
- Мелекесцев И.В., Брайцева О.А., Базанова Л.И., Пономарева В.В., Сулержицкий Л.Д. Особый тип катастрофических эксплозивных извержений - голоценовые субкальдерные извержения Хангар, Ходуткинский "маар", Бараний Амфитеатр (Камчатка) // Вулканология и сейсмология. 1996. N 2. С. 3-24.
- Мелекесцев И.В., Брайцева О.А., Пономарева В.В., Сулержицкий Л.Д. Крупнейшие эксплозивные извержения на Камчатке за последние 10 тысяч лет // Вестник РФФИ. 1997. N 1. С. 21-29.
- Новограбленов П.Т. Каталог вулканов Камчатки // Изв. Гос. Геогр. об-ва. Т. LXIV. Вып. 1. 1932. С. 88-99.
- Овсянников А.А., Хренов А.П., Муравьев Я.Д. Современная фумарольная деятельность на вулкане Дальний Плоский // Вулканология и сейсмология. 1985. N 5. С. 80-97.
- Пийп Б.И. Деятельность Камчатской вулканологической станции Академии наук СССР в 1944 г. // Бюл. вулканол. станции. 1946. N 13. С. 6-9.
- Пийп Б.И. Ключевская сопка и ее извержения в 1944-45 гг. и в прошлом // Тр. Лаб. вулканологии. М.: Изд-во АН СССР. 1956. Вып. 11. 308 с.
- Пономарева В.В. Вулкан Крашенинникова: история формирования и динамика активности // Вулканология и сейсмология. 1987. N 5. С. 28-44.
- Селянгин О.Б., Брайцева О.А., Егорова И.А., Сулержицкий Л.Д., Несмачный И.А. Геологические и тефрохронологические исследования современного вулкана // Проблемы глубинного магматизма. М.: Наука, 1979. С. 31-49.
- Селянгин О.Б., Пономарева В.В. Строение и развитие Гореловского вулканического центра, Южная Камчатка // Вулканология и сейсмология. 1999. N 2. С. 3-24.
- Стеллер Г.В. Описание земли Камчатки. Петропавловск-Камчатский. 1999. 288 с.
- Bazanov L.I., Pevzner M.M. Khangar - one more active volcano in Kamchatka, Russia // Abstracts of IAVCEI General Assembly 2000: Exploring volcanoes: utilisation of their resources and mitigation of their hazards. General Assembly 2000. Bali. Indonesia. С. 140.
- Braitseva O.A., Melekestsev I.V., Ponomareva V.V., Sulerzhitsky L.D. The ages of calderas, large explosive craters and active volcanoes in the Kuril-Kamchatka region, Russia // Bull. Volcanol. 1995. V. 57. P. 383-402.
- Braitseva O.A., Ponomareva V.V., Sulerzhitsky L.D., Bailey J. Holocene key-marker tephra layers in Kamchatka, Russia // Quaternary Research. 1997. V. 47 (2). P. 125-139.
- Catalogue of active volcanoes of the World including solfatara fields. Parts 1-21. Napoli, Rome. 1951-1965.
- Melekestsev I.V., Braitseva O.A., Ponomareva V.V. Taunshits volcano, Eastern Kamchatka: a newly recognized potentially active and hazardous center and its past catastrophic eruptions. Colima volcano Sixth International Meeting. University of Colima, January 26-30 1998. P.
- Ponomareva V.V., Dirksen O.V., Sulerzhitsky L.D. Eruptive history of Dikiy Greben volcano - the largest Holocene extrusive edifice in Kamchatka, Russia // Abstracts of the International Workshop on Volcanoes Commemorating the 50th Anniversary of Mt. Showa-Shinzan . 1995. P. 159.

Ponomareva V.V., Pevzner M.M., Melekestsev I.V. Large debris avalanches and associated eruptions in the Holocene eruptive history of Shiveluch volcano, Kamchatka, Russia // Bull. Volcanol. 1998. V. 59. N 7. P. 490-505.

Simkin T., Siebert L. Volcanoes of the World. Second edition. Geoscience Press, inc. Tucson, Arisona. 1994. 349 p.

Szakas A. Redefining active volcanoes: a discussion. Bull. Volcanol. 1994. V.56. P. 321-325.

Volynets O.N., Ponomareva V.V., Braitseva O.A., Melekestsev I.V., Chen Ch. H. Holocene eruptive history of Ksudach volcanic massif, South Kamchatka: evolution of a large magmatic chamber // J. Volcanol. Geotherm. Res. 1999. V. 91. P. 23-42.

## **A NEW APPROACH TO DEFINITION OF THE TERM "ACTIVE VOLCANO"**

***Melekestsev I.V., Braitseva O.A., Ponomareva V.V.***

A new approach to definition of the term "active volcano" has been worked out on the basis of detailed reconstruction of the eruptive activity of Kamchatka volcanoes. We suggest to consider active those poligenous volcanoes whose at least a single eruption has been ascertained and dated over the last 3000-3500. Two sub-groups of active volcanoes have been distinguished: sub-group of active volcanoes with data available on the historically documented eruptions or fumarolic activity and the one of potentially active volcanoes without such data but whose eruptions have been revealed over the last 3500 years. Using similar criteria the potentially active fields of the areal basalt volcanism, regional zones of cinder cones and concentrated manifestation of the multivent extrusive volcanism are also distinguished. We propose to use data obtained for the new catalogue of active Kamchatka volcanoes and for the long-term prediction of volcanic activity and associated hazard.