

ПЕРВЫЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ ПО ПРОБЛЕМАМ ЭКСПЛОЗИВНОГО ВУЛКАНИЗМА

(к 50-летию катастрофического извержения вулкана Безымянный)

В Петропавловске-Камчатском в Институте вулканологии и сейсмологии (ИВиС) ДВО РАН в конце марта 2006 г. прошел симпозиум, посвященный одному из важнейших направлений современной вулканологии - эксплозивному вулканизму. Это наиболее распространенный на Земле вид вулканической деятельности, с которым тесно связаны как теоретический, так и прикладной круг проблем. Время проведения симпозиума приурочено к 50-летию катастрофического извержения вулкана Безымянный на Камчатке (30 марта 1956 г.). Проблема эффективного мониторинга и прогноза быстро протекающих катастрофических процессов чрезвычайно актуальна в современную эпоху. С мощными эксплозивными извержениями тесно связаны многие опасные явления: пирокластические потоки и волны, пеплопады, грязевые потоки, цунами и т.д. Вовлечение пепловых и аэрозольных облаков в региональную и глобальную циркуляцию атмосферы влияет на качество воздуха, вызывает погодные и климатические аномалии и другие природные эффекты. Программа симпозиума охватила широкий круг проблем эксплозивного вулканизма - извержения типа направленных взрывов, их аналоги в истории вулканизма Земли; предвестники и прогноз эксплозивных извержений; воздействие эксплозивного вулканизма на природную среду; дистанционные методы исследования эксплозивного вулканизма и др.

С приветственным словом открыли работу Симпозиума заместитель председателя Дальневосточного отделения Российской академии наук, член-корреспондент РАН А.Н. Ханчук и директор ИВиС ДВО РАН д.ф.-м.н. Е.И. Гордеев.

Большая группа докладов была связана с вулканом Безымянным. Научная сессия открылась обзорным докладом Г.Е. Богоявленской и О.А. Гириной, в котором дан обзор активности вулкана Безымянный, основанный на наблюдениях 1954-2006 гг. Подробно описан катастрофический взрыв 1956 г. и его последствия: рост купола Новый, особенности его формирования и последующая активность вулкана. Дж. Айкельбергером (Аляскинский университет, США) было приведено краткое описание направленного взрыва, произошедшего на вулкане Сент-Хеленс в 1980 г. Было отмечено сходство этого извержения с

направленным взрывом вулкана Безымянный 30 марта 1956 г. и рассмотрены возможные сценарии развития эксплозивного извержения, их особенности, приводящие либо к направленному взрыву, либо к формированию устойчивой эруптивной колонны. Сравнение сценариев развития извержения вулкана Безымянный 1956 г. с извержениями вулканов Сент-Хеленс 1980 г. и Суфриер Хиллс (о. Монтсеррат) в 1996 г. было сделано в докладе А.Б. Белоусова с соавторами. В нем также сопоставляется стратиграфия отложений, возникших в ходе извержений этих вулканов. О.А.Гирина с соавторами рассказала об особенностях сильного эксплозивного извержения вулкана Безымянный 11 января 2005 г. Отмечено широкое распространение отложений пирокластических волн. Показано, что пирокластические волны, начавшие формироваться по суффриерскому типу из обрушивающихся краевых частей эруптивной колонны, по мере своего движения по западному склону вулкана трансформировались в пирокластические потоки. С.Л. Сенюковым описан алгоритм краткосрочного прогноза извержений вулкана Безымянный, разработанный на базе многолетних наблюдений за его деятельностью. Алгоритм позволяет определить уровень активности вулкана, оценить вероятность извержения, используя в качестве входных данных частоту землетрясений, происходящих за сутки и термические аномалии, регистрируемые спутником. С помощью алгоритма с приемлемой точностью были предсказаны время и объем извержения вулкана Безымянного, происшедшего 30 ноября 2005 г.

В ряде сообщений приводились результаты изучения отложений эксплозивных извержений вулканов, сходных с безымянским типом деятельности. В.В. Пономарёва и М.М. Певзнер подробно рассказали о крупнейших доисторических извержениях вулкана Шивелуч. Показано, что за последние 1500 лет произошло, по меньшей мере, десять его извержений с объемом продуктов равным или превышающим таковой для извержения 1964 г. При этих извержениях подножие вулкана на расстояние до 20-22 км подвергалось опасности от пирокластических потоков, обломочных лавин, сильных пеплопадов и лахаров. Для оценки вулканоопасности показано, что

сильные пеплопады его пароксизмальных извержений могут представлять угрозу для удаленных населенных пунктов и на современном этапе деятельности. Максимальная мощность отложений пепла при доисторических извержениях Шивелуча на территории ближайшего поселка Ключи составляла 9 см, а крупность частиц тефры достигала 1 см.

Н.В. Горбач выделила основные этапы формирования экструзивного купола вулкана Шивелуч в 2004-2005 гг. и привела новые данные по вещественному составу его лав. Лавы, поступившие на поверхность в 2004-2005 гг., по химическому и минералогическому составу отвечают дациандезитам и являются наиболее кислыми из всех пород, формировавших экструзивный купол с начала его роста в 1980 г. Резкая гетерогенность состава вкрапленников дациандезитов позволяет предположить, что в образовании этих пород принимали участие расплавы, различные по составу и температуре.

В двух сообщениях, В.И. Андреев и др., и А.Г. Маневича с соавторами, были рассмотрены результаты эруптивной деятельности Карымского вулкана в 2005 г. Характерной особенностью активности этого года явились прекращение излияний лавовых потоков и формирование в кратере экструзивного купола, выявлены особенности продуктов извержения и его динамики.

В третьей группе докладов были рассмотрены геофизические аспекты эксплозивного вулканизма. Сейсмологические данные, полученные в ходе извержения вулкана Августин (Алеуты) были представлены М. Вестом. Им выделены характерные периоды на сейсмограммах, соответствующие стромболианской деятельности вулкана, излиянию лавы и периоду интенсивного вулканического дрожания. Проведена работа по выявлению сейсмических предвестников различных событий, сопровождавших извержение. В докладе А.В. Сторчеуса и С.П. Плотникова приводились результаты измерений величины $S-P$ волн, проведенных во время извержения вулкана Карымского в 2001-2004 гг. Рассмотрена динамическая модель, описывающая возникновение ударных волн в подводящем канале. Модель позволяет объяснить сейсмологические сигналы, регистрируемые во время регулярных эксплозий. О характере волновых возмущений в атмосфере, возникающих при извержениях вулкана Безымянный сообщил П.П. Фирстов.

В работе представленной С.А. Хубуная и Л.И. Гонтовой на основе использования метода сейсмической томографии впервые получена послойная геофизическая модель литосферы под Ключевской группой вулканов. Петрологические оценки глубин генерации первичных пикритовых расплавов ($H_2O = 2.9\%$) под Ключевским вулка-

ном из астеносферы (30-40 км) и дальнейшая двухуровневая (15-20 и 1-5 км) кристаллизация магнезиальных расплавов в периферических магматических очагах, находятся в удовлетворительном соответствии с результатами геофизических исследований. В результате ревизии и анализа экспериментальных данных по сейсмическому просвечиванию (1970-1971 гг. и 1986-1987 гг.), мониторинга за динамикой вершинных извержений Ключевского вулкана в 1993-1994 гг. и петрологического изучения продуктов вулканической деятельности, С.А. Хубуная и Г.А. Аносов обосновали существование малоглубинного (1-3 км) промежуточного магматического очага.

Результаты экспериментального моделирования направленного взрыва были изложены в докладе В.К. Панова. Исследовалось распространение волны разрежения в пористой среде при ее быстрой декомпрессии. Эксперименты позволили измерить скорость распространения трещин в образце и наблюдать процессы его первичной и вторичной фрагментации. Были выделены две волны, распространяющиеся в образце с разными скоростями: упругая волна, идущая по твердому скелету пористой среды, и волна разрежения идущая по газу в порах. Показано, что трещины в пористой среде приурочены к голове волны разрежения.

И.Ф. Делемень представил качественный анализ процессов ослабления вулканических построек, позволяющий сделать вывод о том, что эти явления имеют конвергентную природу. Выявлена общая особенность всех процессов ослабления, состоящая в том, что геометрия и местоположение зон готовящегося ослабления определяется формой и строением самой постройки. Выделены несколько стадий ослабления и подготовки потери устойчивости вулканической постройки, завершающихся обрушением сектора и сходом обломочной лавины. Кроме этого, в докладе рассмотрены спусковые механизмы обрушения и выделены их типы. Обращено особое внимание на влияние изменения баланса массы (в том числе магмы и флюидов) в теле постройки в её основании на триггеринг гравитационного обрушения.

М.А. Магуськин и В.Е. Левин описали методику геодезического исследования деформаций земной коры на примере изучения Карымского вулканического центра. Мониторинг велся с 1972 года. Использовались классические методы триангуляции и высокоточной нивелировки. С 1995 года были применены спутниковые системы определения координат. На протяжении всего периода наблюдений регистрировалось поднятие и растяжение вулканического центра, который включает в себя кальдеру Двор, вулкан Карымский, озеро Карымское и кальдеру Академии

Наук. За извержением, произошедшем в 1996 году в озере Карымском, последовало существенное опускание постройки вулкана Карымского и района истока реки Карымской.

Кроме этого, значительная часть докладов была посвящена исследованиям вулканических процессов, выходящих за рамки эксплозивного вулканизма. В сообщении В.А. Дроздина и И.К. Дубровской представлены результаты визуальных наблюдений за фумарольной деятельностью Авачинского вулкана. Рассматривалась возможность оценки расхода газа по длине видимого парогазового шлейфа. В.И. Андреев привел данные о динамике активности радона в Карымских гидротермальных источниках. Было показано, что извержение 1996 года произошло на фоне резкого спада радоновой активности. Непосредственно после извержения был зарегистрирован заметный всплеск содержания радона, за которым последовало практически полное его исчезновение.

В.И. Синюков представил обобщающий доклад об окраинно-континентальных и островодужных вулканоплутонических поясах в структуре и эволюции активной континентальной окраины Восточной Азии, а также предложил возможный механизм образования окраинных морей в этой части планеты.

Г.П. Авдейко предложена гипотеза о происхождении вулканических пород с внутриплитными характеристиками в Камчатской островодужной системе. Гипотеза основана на предположении, что в зоне субдукции произошло разрушение тихоокеанской литосферной плиты, приведшее к образованию заглубленных блоков. Блоки, в свою очередь, сформировали магматические плюмы, проявившиеся на поверхности вулканами. Приводятся геофизические данные, говорящие в пользу этой гипотезы.

Результаты исследования вулканического массива Алаид (Курильская островная дуга) были даны в работе Ю.И. Блоха с соавторами. Массив включает в себя остров-вулкан Алаид и подводный вулкан Григорьева. Показано, что подводный вулкан Григорьева является самостоятельным вулканическим сооружением, а не побочным конусом вулкана Алаид, как предполагалось ранее. Однако, обнаруженные многочисленные экструзивные купола, указывают на связь механизмов извержений подводного вулкана Григорьева и извержений вулкана Алаид, на котором выделено 36 побочных шлаковых конусов. Более того, есть основания полагать, что вулканы Алаид и Григорьева возникли одновременно.

В докладе М.М. Певзнер и А.О. Вольнец представлены результаты геохронологических исследований вулканов Срединного Камчатского хребта. Тефрохронологическим и радиоугле-

родным методами выявлено 5 стратовулканов, проявлявших активность в голоцене и более 10 моногенных центров голоценового возраста. Результаты исследований позволяют отнести к действующим и потенциально опасным полигенные вулканы: Хангар, Ичинский, Алней и Горного Института. Предложено считать Срединный хребет самостоятельной вулканической дугой, сформированной в результате олигоцен-раннемиоценовой субдукции под Камчатку.

Д.В. Мельниковым изложены результаты работы сотрудников группы KVERT, выполняющих спутниковый мониторинг активных вулканов Камчатки и Северных Курил для обеспечения безопасности полетов в северо-западном секторе Тихого океана. Сведения об извержениях вулканов Шивелуч, Ключевской, Безымянный и Карымский, произошедших в 2005 г., и описание геотермальной активности вулканов Авачинский, Мутновский, Горелый, Чикурачки и Эбеко, обобщены А.Г. Маневичем с соавторами.

А.П. Максимов рассмотрел основные вулканогеологические и петрологические характеристики наиболее мощных эксплозивных извержений XX столетия. Выделены две основные группы: однородных и контрастных по составу магм, отчетливо различающихся по характеру протекания вулканической активности. Извержениям первой группы свойственно образование крупных вулканических куполов и последующая длительная экструзивная активность (годы-десятилетия). Извержения с контрастным составом продуктов длятся часы – сутки. Экструзивные купола при этом либо не образуются, либо слабо выражены. Объяснение указанных закономерностей видится в различном строении зон питания вулканов: поступления магмы из одного очага для извержений первой группы и внедрения насыщенной летучими кислой магмы в вышерасположенный очаг основной магмы для извержений контрастного состава.

Доклад А.В. Кирюхина с соавторами был посвящен решению обратных многопараметрических задач тепломассопереноса с помощью программного пакета ITOUGH. В качестве примера рассматривалось Паужетское геотермальное месторождение. Результаты решения позволили определить основные характеристики месторождения: поле давлений, температур и расхода воды.

О.Л. Савельева сопоставила климатические события и резкие смены состава биоты со вспышками региональной вулканической активности, отраженными в кайнозойских вулканогенных комплексах Камчатки. Во время палеогеновых и неогеновых событий такой связи не выявлено. Отдельные вспышки вулканической активности продолжают дольше, чем локальные оптимумы

или похолодания. Климат Камчатки определяется, в целом, глобальными причинами, региональный же вулканизм лишь вносит свой вклад в общепланетарные явления.

На завершающем заседании симпозиума, объединенном с ежегодной сессией в честь Дня вулканолога (30 марта), Ю.М. Дубик рассказал о важной роли результатов изучения вулкана Безымянного для современной вулканологии. Подчеркивалось, что исследования катастрофического извержения вулкана Безымянного в 1956 г. явилось ключом к пониманию механизма направленного взрыва. В докладе Б.В. Иванова обобщены последние данные об особенностях андезитового вулканизма Камчатки. Рассмотрены существующие классификации андезитов и некоторые петрохимические коэффициенты, определяющие положение среднекислых пород в магматической эволюции вулканических зон. Определено понятие «андезитовый вулкан», даны оценки геологического эффекта андезитового вулканизма, показаны его геолого-структурные позиции и геолого-геофизические особенности, формационная принадлежность. При рассмотрении андезитов тихоокеанского подвижного пояса показано сходство установленных геолого-структурных и петрогеохимических характеристик андезитов Камчатки с другими районами Тихого океана. В другом сообщении о результатах экспериментов, в которых исследовался механизм периодических эксплозий и сейсмический режим вулканической деятельности, рассказал Г.С. Штей-

нберг. Им показано, что лавовая пробка, препятствующая свободному выходу газов из вулканического канала, возникает в результате потери летучих расплавом, оставшимся в канале после эксплозивного события. Подъем давления в канале, обусловленный всплыванием пузырьков (флюидный механизм подъема давления), идет ускоренно и, соответственно, число землетрясений и условные деформации перед извержениями нарастают ускоренно.

И.В. Мелекесцев на основе новейших результатов исследований по проблеме сделал обзорный доклад о роли катастрофических эксплозивных извержений в изменениях климата планеты. Особенности взрывной деятельности вулканов с различным составом магмы рассмотрел А.П. Хренов. Отмечено, что любое извержение сопровождается эксплозивной активностью. Масштаб и продолжительность эксплозии может меняться как в ходе одного извержения, так и в зависимости от типа извержения. Иногда извержения бывают «чисто» эксплозивными, чаще, имеют сложный характер: эксплозивно-эффузивно-экструзивный. Во время извержений наблюдаются эксплозии в виде одиночных взрывов разной силы и мощности и продувки — когда из эруптивного центра на поверхность продуцируется пирокластический материал или паро-газовая смесь с постоянным расходом в течении длительного времени.

В последнем докладе Дж. Айкельбергер в соавторстве с Е.И. Гордеевым (РФ) и Т. Коягучи



Рис. 1. Участники Международного симпозиума по проблемам эксплозивного вулканизма у входа в Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН. 30 марта 2006 г.

ПЕРВЫЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ ПО ПРОБЛЕМАМ ЭКСПЛОЗИВНОГО ВУЛКАНИЗМА

(Япония) сообщил о Российско-Японо-Американском партнерстве в изучении эксплозивного вулканизма. Ближайшие 5 лет будет выполняться Программа подготовки научных кадров трех стран международного уровня для исследовательской работы в области вулканологии, геодинамики и наблюдения за вулканами. С этой целью с лета 2006 г. круглогодично будут проводиться комплексные исследования на вулканах Безымянный (Камчатка) и Сент-Хеленс (США).

По завершении пленарных заседаний состоялась оживленная дискуссия, на которой обсуждался широкий круг вопросов, затронутых на Первом Международном симпозиуме по проблемам эксплозивного вулканизма, и сделана памятная фотография (рис. 1).

Согласно экскурсионной программе, выполнен облет вулканов Восточной Камчатки с посадками в Долине Гейзеров и около вулкана Карымский, который последние 10 лет находится в состоянии преимущественно эксплозивного извержения (рис. 2 на четвертой странице обложки).

Я.Д. Муравьев
Внс Института вулканологии и сейсмологии
ДВО РАН, зам. председателя оргкомитета,

С.Б. Самойленко
Снс Института вулканологии и сейсмологии
ДВО РАН