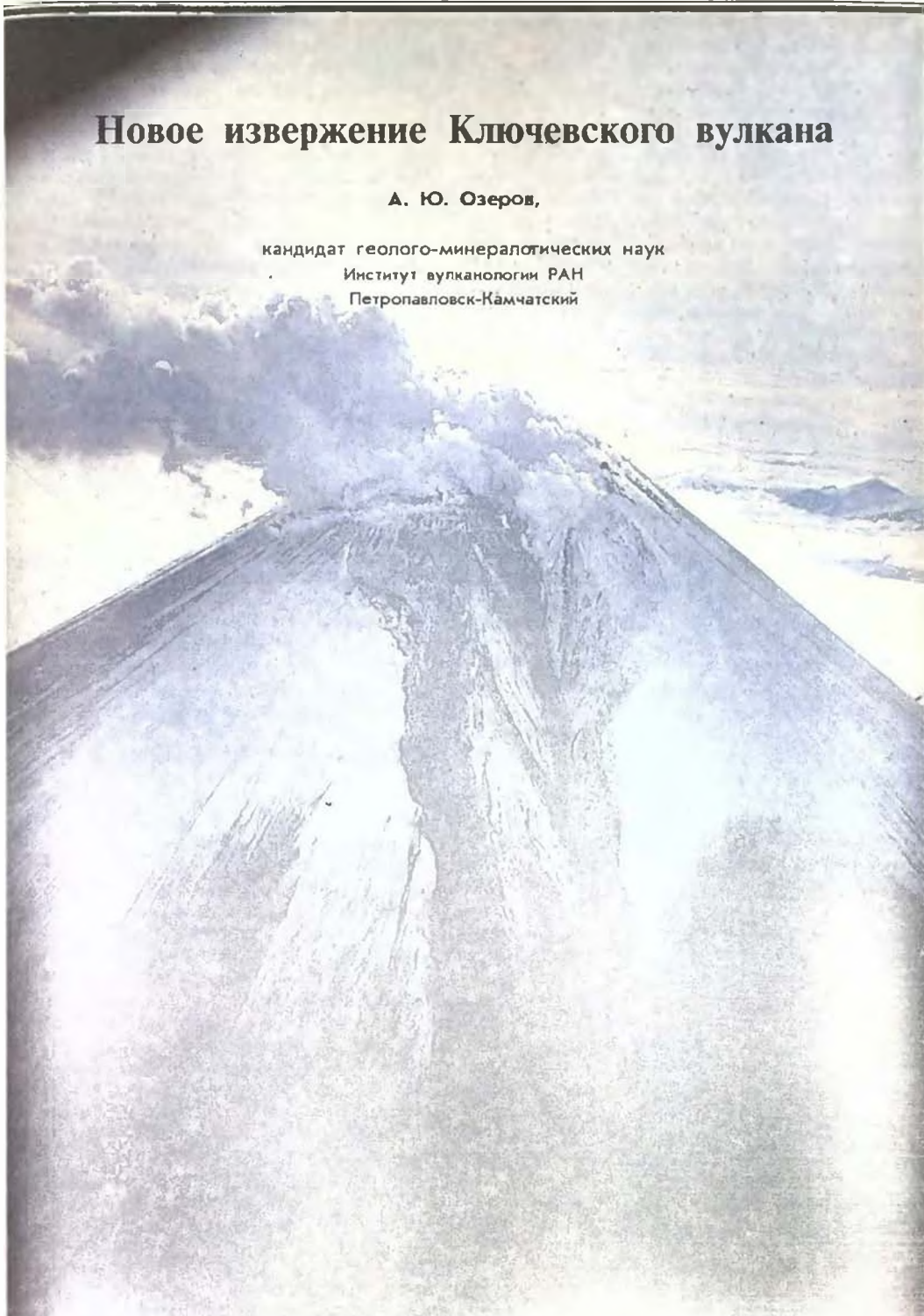


Новое извержение Ключевского вулкана

А. Ю. Озеров,

кандидат геолого-минералогических наук
Институт вулканологии РАН
Петропавловск-Камчатский



ПОСЛЕ почти годового перерыва 7 сентября 1994 г. началось извержение Ключевского вулкана. За его деятельностью постоянно наблюдали сотрудники Ключевской вулканогической станции, а 28 сентября наш отряд, в состав которого входили вулканологи, сейсмологи, специалисты по аэрофото съемке и тепловой съемке, петрологи, журналисты, на вертолете МИ-8 вылетел в г. Ключи для изучения извержения.

Вулкан Ключевской — один из самых активных вулканов мира. На его долю приходится почти половина ювенильного материала, поступающего на поверхность в пределах Курило-Камчатской вулканической области; расход магмы составляет около $6 \cdot 10^7$ т в год.

Вулкан Ключевской входит в одноименную группу, состоящую из 12 вулканов, среди которых — такие известные своей активностью, как Безымянный и Толбачик. Ключевская группа вулканов расположена в пределах Центрально-Камчатской депрессии, на сочленении Курило-Камчатской и Алеутской островных дуг.

Ключевской вулкан образовался в голоценовое время, его возраст — примерно 7 тыс. лет. Он представляет собой стратовулкан центрального типа¹, осложненный многочисленными шлаковыми конусами. Постройка вулкана состоит из лавовых потоков, просло-

ев пирокластического материала и льда.

Его абсолютная высота по состоянию на 3 августа 1993 г. — 4822 м, относительная — 2900 м. Диаметр вершинного кратера, венчающего конус, — около 750 м. С северо-западной кромки кратера берет начало Крестовский желоб, прорезающий склон вулкана в северо-северо-западном направлении до абсолютной высоты 3200 м.

Характерной чертой деятельности Ключевского вулкана являются вершинные и побочные извержения. Предыдущее извержение в марте — сентябре 1993 г. происходило из вершинного кратера и имело эффузивно-эксплозивный характер, т. е. сопровождалось излияниями лавы (эффузивная деятельность) и вулканическими взрывами с выбросами пирокластического материала и газов (эксплозивная деятельность).

Извержения Ключевского вулкана, как правило, предвзвешены сейсмической подготовкой, которая проявляется в виде слабых вулканических землетрясений. Для слежения за сейсмичностью в районе Ключевской группы вулканов организована сеть из шести сейсмических станций. В исследовании извержения 1994 г. в основном были использованы данные сейсмических станций «Зеленая» и «Подкова», расположенных соответственно в 13 и 12 км от вершинного кратера.

В январе и феврале 1994 г. в районе Ключевского вулкана на этих сейсмостанциях фиксировали только фоновые значения сейсмичности — ежемесячно не более 50 вулканических землетрясений. С марта их число стало постепенно возрастать и составило в июле — августе около 500

в месяц. Эпицентры землетрясений в основном группировались в радиусе до 10 км вокруг подводящего канала вулкана, максимальное их число зафиксировано на глубинах 20—25 км.

По визуальным данным каких-либо событий, предвещающих извержение, отмечено не было. Как и в предшествующие месяцы, здесь были заметны небольшие выделения паров и газов, т. е. вулкан находился в состоянии слабой фумарольной деятельности.

Первые признаки начинающегося извержения были отмечены 7 сентября в 17 час. (здесь и далее время местное), когда над кратером вулкана стали появляться слабые парогазовые выбросы. Начался первый этап активизации вулкана — эксплозивный. С утра 8 сентября был туман, но со стороны вулкана Ключевского на сейсмостанции «Зеленая» уже были слышны звуки взрывов. Позднее над кратером стали видны выбросы раскаленных бомб, поднимающиеся на высоту до 50 м, иногда до 100—200 м. Парогазовая (эруптивная) колонна, в которой крайне редко и в незначительном количестве отмечался пепел, поднималась на километр над кратером вулкана. Наблюдались как отдельные выбросы газа и пепла, так и продолжительные (до нескольких часов) газопепловые продувки.

12 сентября началось излияние лавы, т. е. эффузивно-эксплозивный этап активизации вулкана. Первый лавовый поток длиной 1,5 км прошел по юго-западному склону вулканической постройки. Он двигался, по видимому, в течение двух-трех дней. 13 сентября у подножья внутрикратерного шлакового конуса образовались две лавовые бокки, из

© Озеров А. Ю. Новое извержение Ключевского вулкана.

¹ Стратовулкан — конусовидная вулканическая постройка, в разрезе которой чередуются слои рыхлого вулканического материала с потоками лавы.

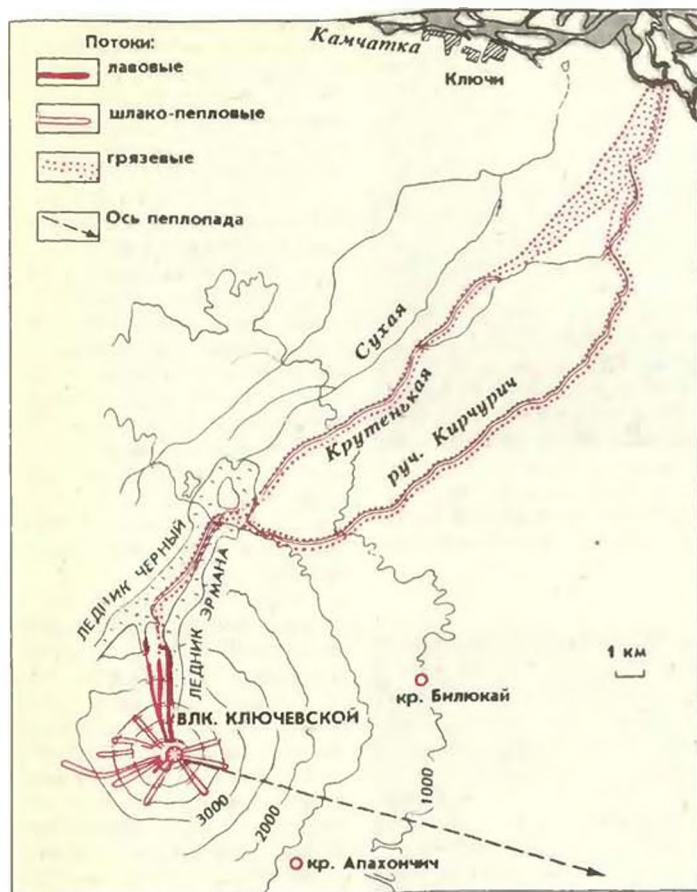


Схема отложений продуктов извержения Ключевского вулкана во время пароксизмального этапа 1 октября 1994 г.

которых потоки изливались в Крестовский желоб. Менее чем за сутки они прошли расстояние в 4 км и спустились до абсолютной отметки 3100 м. Ширина движущей русловой части лавовых потоков, заключенной между бортовыми валами, составляла 10—30 м. Временами лавовые потоки незначительно меняли русло, формируя лавовое поле, ширина которого на некоторых участках достигла 200 м.

Вдоль лавовых потоков, в основном в их фронтальных частях, происходило взаимодействие лавы со льдом, что приводило к мощным фреатическим взрывам. Образующиеся при этом облака пара, часто нагруженные пеплом, поднимались на высоту 3—4 км. В результате фреатических взрывов формировались грязевые потоки (лахары). Они прошли 20—25 км от места зарождения по руслам рек Крутенькая и Киргурич.

В это время выбросы раскаленных бомб происходили на высоту 300—350, реже 700 м. Звуки сильных взрывов часто были слышны в г. Ключи — на расстоянии

32 км от вулкана. В эруптивной колонне, поднимавшейся на высоту 1 км над кромкой кратера, постоянно отмечалась примесь пепла. Снежные склоны вулкана потемнели от выпавшего пепла — от вершины до абсолютных отметок 2500—3000 м. Иногда пепел выпадал и в г. Ключи.

29—30 сентября в деятельности вулкана отмечены кратковременные — до нескольких часов — периоды ослабления и усиления активности. Во время усиления высота эруптивной колонны достигала 3 км.

1 октября в 5 час утра резко усилилась активность извержения: начался кульминационный — пароксизмальный этап в деятельности Ключевского вулкана, длившийся 9—10 ч. Из вершинного кратера на высоту 7—8 км поднималась мощная, нагруженная пеплом эруптивная колонна. Фонтаны раскаленных бомб взлетали на 2—2.5 км над кратером. Шлейф пепла сначала имел ширину 3—5 км, а затем, постепенно расширяясь, протянулся в восточном направлении в сторону океана на расстояние более 2 тыс. км. Слой выпавшего пепла был незначительным. По оси пеллопада в 12 км от кратера он имел толщину всего лишь 2.5—3 мм при размере частиц не более 1.5 мм; вес пепла с 1 м² составил 3.333 кг.

По Крестовскому желобу продолжали изливаться лавовые потоки, их длина достигла 5 км. По северо-западным, западным, южным и восточным склонам спускались многочисленные шлаково-пепловые потоки длиной 2—6 км, шириной 50—80 м.

Лава интенсивно взаимодействовала со льдом; происходили фреатические



Активность Ключевского вулкана 1 октября 1994 г., 9 час. 30 мин. К этому времени высота эруптивной колонны достигла 12.5 км над ур. м. В нижней правой части фотографии видны фреатические взрывы в Крестовском желобе. Вид со стороны г. Ключи.



1 октября, 20 час. 15 мин.; шлейф от извержения Ключевского вулкана.

взрывы. В свою очередь они приводили к образованию огромных черных густых облаков типа цветной капусты, поднимающихся на высоту до 7 км, а также формировали мощные грязевые потоки.

Грязевые потоки прошли по уже проработанным руслам путь 25—30 км и

достигли р. Камчатки. Размер обломков пород, переносимых основным руслом лахара, достигал 1.5 м.

Во время этого этапа активности вулкана произошло резкое увеличение мощности извержения — на два-три порядка по сравнению с предыдущим.

Около 14—15 час.

1 октября сила извержения стала заметно ослабевать.

2 октября в вершинном кратере продолжались пепловые выбросы, но уже на меньшую высоту — до 300 м. Пошла на убыль и эффузивная деятельность: длина движущегося потока не превышала 1 км. 3 октября вулкан был закрыт облаками. Этот день можно считать временем окончания извержения, поскольку 4 октября и в последующие дни над кратером отмечалась только умеренная фумарольная деятельность. Высота подъема фумарольных струй не превышала 50 м. Число вулканических землетрясений снизилось до фонового.

При обсуждении материалов исследования извержения 1994 г. необходимо отметить следующее. За 5—6 месяцев до начала извержения на глубинах 20—25 км активизировалась сейсмичность, что, по-видимому, было обусловлено ростом поля напряжений вокруг магматического канала. Такого рода события могут рассматриваться как среднесрочный предвестник готовящегося извержения этого вулкана.

Извержение было кратковременным — длилось менее месяца. Оно началось как взрывное, затем стало эксплозивно-эффузивным и закончилось мощным пароксизмальным проявлением вулканической активности 1 октября.

Подъем эруптивной колонны на высоту не выше 12—13 км и распространение шлейфа в восточном направлении в значительной мере зависели от состояния атмосферы. По данным высотного зондирования атмосферы в г. Ключи скорость ветра 1 октября на высотах 12—13 км над уровнем моря составляла



Ключевский вулкан после окончания извержения. На переднем плане вулкан Камень.

38—40 м/с, направление ветра было восточным. Нижняя граница тропопавзы находилась на высоте 10 км, инверсия температуры в атмосфере начиналась на высоте 10.5 км.

Объем пепла, выброшенного во время пароксизмального этапа, оценивается в 0.05 км³, объем лавы, излившейся за период с 11 сентября по 2 октября, составляет 0.25 км³.

Продукты извержения, поступавшие на поверхность в 1994 г., по составу соответствуют типичным для

Ключевского вулкана известково-щелочным высокоглиноземистым базальтам.

Проявление пароксизма на фоне активного процесса извержения Ключевского вулкана при постоянно действующем магматическом канале свидетельствует о существенных изменениях условий поступления магмы на поверхность. Это может быть обусловлено изменением вещественного состава расплава или его газовой составляющей, увеличением диаметра выводного канала, повышением давления в питающей маг-

матической системе и рядом других причин.

Извержение 1994 г. относится к числу наиболее мощных исторических извержений Ключевского вулкана. Его можно сравнить с извержением 1944—1945 гг., описанным известным вулканологом Б. И. Гийпом (продолжительность пароксизмальной стадии — 15 ч, высота эруптивной колонны — 15 км). Однако в результате извержения 1994 г. каких-либо существенных изменений в морфологии вулканической постройки не произошло, а после извержения 1944—1945 гг. на склоне вулкана образовался глубокий Крестовский желоб, существующий по настоящее время. Извержение 1994 г. не причинило серьезного ущерба населению г. Ключи. Лишь автомобильная дорога восточнее города была размыта грязевыми потоками на протяжении 6 км. Основная часть пепла была унесена в Тихий океан сильным западным ветром.

В заключение следует подчеркнуть, что пароксизмальное извержение 1994 г. — одно из наиболее ярких и мощных проявлений эруптивной активности Ключевского вулкана в историческое время.