

БРАЙЦЕВА О. А., ЕГОРОВА И. А., СУЛЕРЖИЦКИЙ Л. Д.

**ТЕФРОХРОНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВУЛКАНА  
КАРЫМСКИЙ**

Значение тефрохронологических исследований среди других методов изучения вулканизма определяется возможностью реконструировать с их помощью историю формирования современных действующих вулканов и режима их деятельности за длительное время с момента возникновения. Широкое развитие тефрохронологические исследования получили в Исландии, Японии, Новой Зеландии (Thorarinsson, 1967). На Камчатке такие работы развивались в основном в литолого-геохимическом и стратиграфическом направлениях (Гушенко, 1965; Фаворская, Волчанская и др., 1965; Сирин, 1968; Мелекесцев и др., 1969, 1970; Гептнер, 1972). Настоящая статья продолжает новое для этого региона направление собственно тефрохронологических исследований современных вулканов в комплексе с детальными геологическими работами и широким применением радиоуглеродного датирования. Впервые в полной мере такой комплекс исследований был осуществлен на Малом Семячике — одном из действующих вулканов Карымской группы (Брайцева и др., 1978а, б; Селянгин и др., 1978). Изучение разреза тефры — той геологической летописи, где последовательно и непрерывно запечатлена вся история формирования вулкана — позволило реконструировать режим его деятельности за длительный отрезок времени — 12 тыс. лет. Совместный анализ тефростратиграфического материала и главных черт геологического строения вулкана позволил установить циклический характер развития вулканического процесса, слагающегося из серии пульсаций активности разного порядка. Удалось показать, что длиннопериодные (3,5—4,5 тыс. лет) пульсации-циклы совпадают с основными структурно-морфологическими преобразованиями в ходе формирования постройки. Этим обнаруживается причинная зависимость циклического режима вулканизма от наличия определенных пределов роста вулканических конусов. Историю формирования сложной многоканальной постройки Малого Семячика оказалось возможным проиллюстрировать серией поэтапных карт-палеореконструкций.

Успехи тефрохронологических исследований на первом объекте — вулкане Малый Семячик — вызвали естественный интерес к истории вулканической активности расположенного по соседству от него действующего вулкана Карымского. В настоящей статье, будут изложены первые результаты тефрохронологических исследований, начатых с целью реконструкции истории формирования Карымского вулкана и его кальдеры.

Вулкан Карымский представляет собой правильный конус с абсолютной высотой около 1500 м и относительной 700 м. Это типичный стратовулкан, сложенный переслаивающимися андезитовыми и андезито-дацитовыми лавами с горизонтами рыхлой пирокластики. Основание вулкана образовано такими же лавовыми потоками, заполняющими кальдеру, в

которой располагается сам вулканический конус. Кальдера Карымского вулкана, неоднократно описанная многими исследователями (Горшков, 1962; Иванов, 1970; Мелекесцев, 1970), представляет собой сравнительно небольшую по размерам (5х6,5 км по бровке обрамляющего уступа, 4х6 км по днищу) и прекрасно сохранившуюся вулкано-тектоническую структуру обрушения, возникшую в результате серии катастрофических извержений пирокластического материала. Пирокластика представлена пемзой, отвечающей по составу разностям от дацитов до липарито-дацитов. Приводимые Б. В. Ивановым данные о возрасте кальдеры ( $7400 \pm \pm 200$ ), полученные радиоуглеродным датированием обугленной древесины из пемзовых отложений, позволили считать, что вся история вулкана Карымского, включая кальдерообразование, укладывается во временные рамки голоцена и может быть достаточно детально изучена по хорошо сохраняющимся для этого отрезка времени почвенно-пирокластическим чехлам. При постановке тефрохронологических исследований предполагалось решить следующие основные вопросы: установить главные черты извержений кальдерообразующего этапа и его длительность, определить время возникновения вулкана Карымского и восстановить историю его вулканической активности.

Методика тефрохронологических исследований была аналогична примененной на вулкане Малый Семячик (Брайцева и др., 1978а). Основным моментом являлось изучение разрезов почвенно-пирокластических чехлов подножия вулкана с выделением и корреляцией главных пачек пирокластики и разделяющих их горизонтов погребенных почв. Хорошо гумусированные почвенные горизонты отбирались для радиоуглеродного датирования, которое производилось в Геологическом институте АН СССР. К сожалению, детальность работ в Карымском районе была значительно меньше, чем на вулкане Малый Семячик. К настоящему времени изучены разрезы только южного подножия Карымского вулкана (рис. 1, 2). Разрезы в точках 288 и 289 взяты в пределах кальдеры на древних лавовых потоках вулкана, а разрезы в точках 274, 278 и 285 — за пределами кальдеры на доголоценовых лавах и туфах. Разрез в точке 283 описан на восточном борту кальдеры; разрезы в точке 15 (район оз. Пересыхающего) и в точке 28 (долина р. Карымской), взятые на достаточном удалении от вулкана, интересны своим положением в области распространения пирокластических потоков значительной мощности.

На основании изученных разрезов южного и юго-восточного участков подножия вулкана Карымского был составлен сводный разрез пирокластических отложений этого сектора на расстоянии 1—5 км от вулкана (рис. 3), который и явился основой для реконструкции развития Карымского вулканического центра. Анализ этого разреза показывает, что образованию кальдеры Карымского вулкана предшествовал период покоя, фиксированный накоплением почвенных супесей, гумусированных в верхней части. Единичные прослой пеплов в супеси связаны с деятельностью расположенного северо-восточнее вулкана Малый Семячик (вулканы Двор и Пра-Карымский являются верхнеплейстоценовыми образованиями и к началу голоцена свою деятельность закончили). Для верхней части почвы, которая формировалась в период, непосредственно предшествовавший кальдерообразованию, получены радиоуглеродные даты порядка 7800—7900 лет \*. Сопоставление нижних частей карымского разреза с колонкой Малого Семячика позволяет предполагать, что накопление супесей карымского разреза началось около 12—13 тыс. лет назад; следовательно, в течение 3—4 тыс. лет, а видимо, и значительно дольше вулканические проявления в районе Карымского центра отсутствовали.

---

\* Здесь и далее имеется в виду возраст, рассчитанный по константе 5568 лет без поправки на изменения концентрации радиоуглерода в атмосфере.

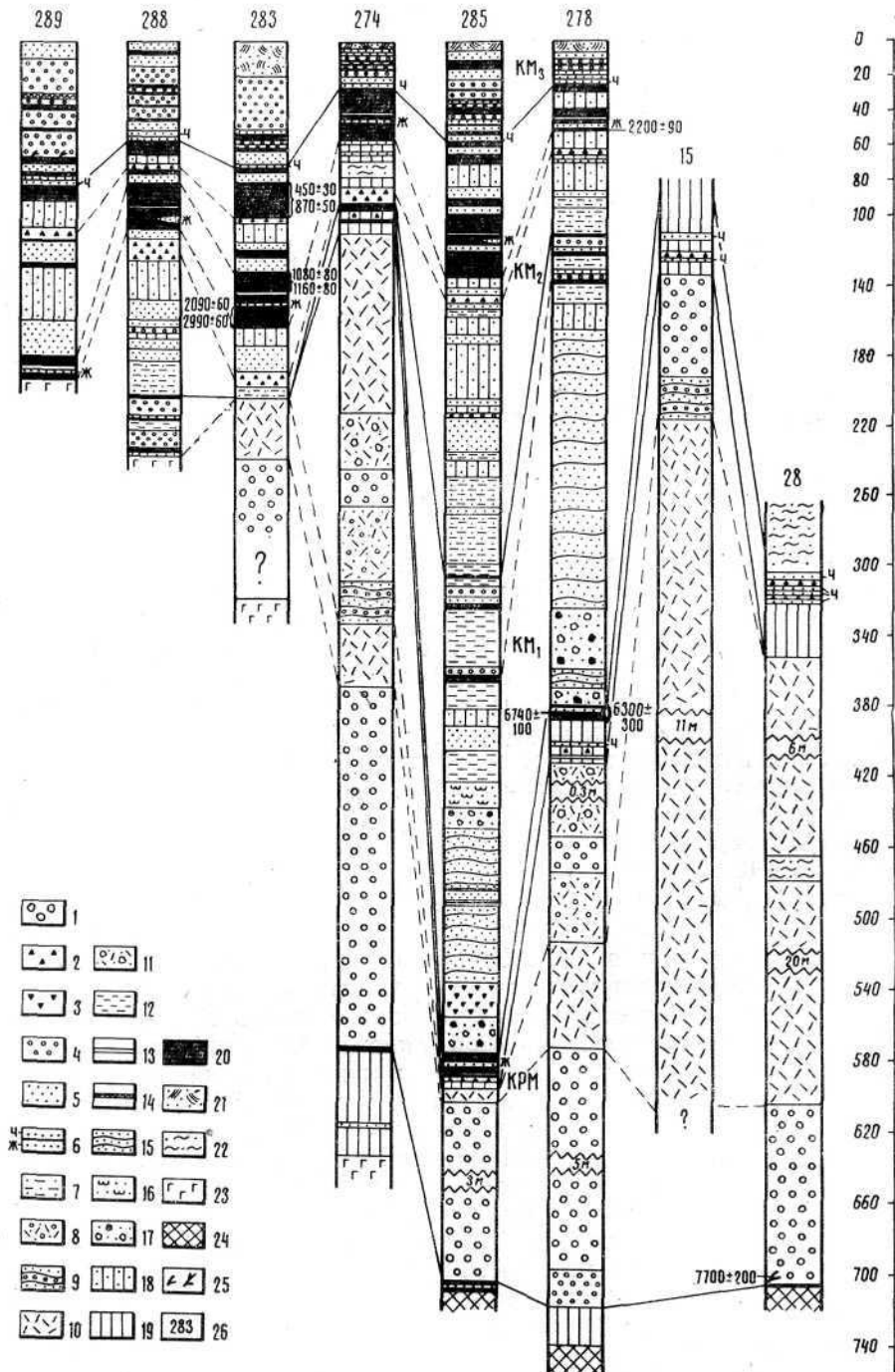


Рис. 1. Разрезы почвенно-пирокластических чехлов южного подножия вулкана Карымский. 1 — лапилли и бомбы пемзы; 2 — черные и серые лапилли шлака и вулканический гравий; 3 — серые плотные лапилли и вулканический гравий; 4 — пемзовый вулканический гравий и песок; 5 — серые вулканические пески; 6 — черные (ч) и желтые (ж) вулканические пески; 7 — серые неясностратифицированные вулканические пески; 8 — пемзовые вулканические пески с примесью гравия и лапилли; 9 — стратифицированная пемзовая тефра — вулканические пески, гравий, лапилли; 10 — пемзовые туфы пирокластических потоков и алевроитовые отложения паяющих туч; 11 — серые и палевые пески с обломками измененных пород; 12 — тонкослойные пеплы («слоеный пирог»); 13 — горизонты палевых тонких пеплов; 14 — горизонты сиреневых тонких пеплов; 15 — стратифицированные серые вулканические пески и гравий; 16 — желтые пылеватые

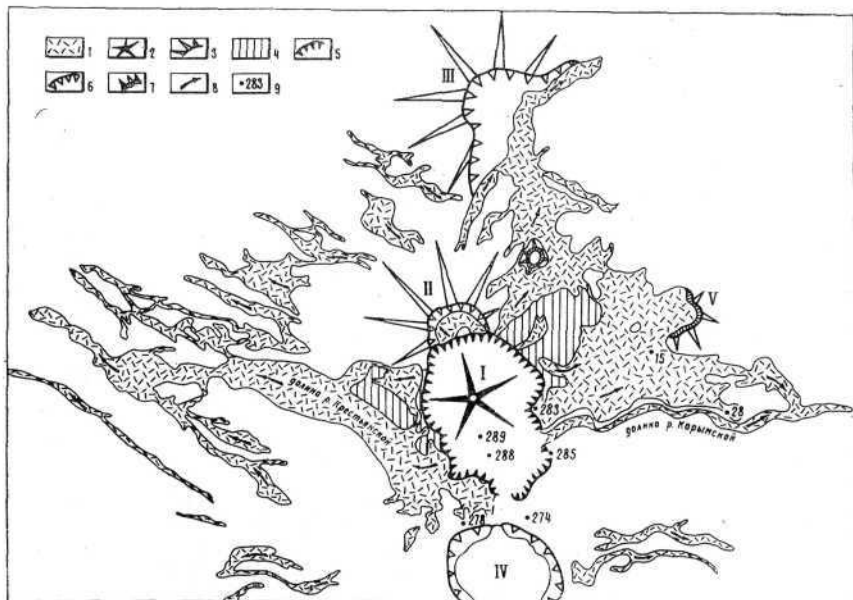


Рис. 2. Схема реконструкции пирокластических потоков, связанных с образованием кальдеры Карымского вулкана. Составил И. В. Мелекесцев. 1 — пирокластические потоки; 2 — голоценовые стратовулканы; 3 — верхнеплейстоценовые стратовулканы; 4 — фрагменты постройки вулкана Пра-Карымского; 5 — уступы кальдеры Карымского вулкана; 6 — уступы верхнеплейстоценовых кальдер и эксплозивных форм; 7 — маары; 8 — направления движения пирокластических потоков; 9 — местоположение разрезов почвенно-пирокластических чехлов; I — вулкан Карымский, II — вулкан Двор, III — вулкан Соболиный, IV — кальдера Карымского озера, V — маар оз. Пересыхающего

Мощные кальдерообразующие извержения начались внезапно и протекали крайне напряженно, следуя друг за другом без перерывов. Пемзовые отложения фиксируются не только вблизи кальдеры, но распространены на огромной территории к востоку от нее вплоть до океана, охватывая площади, прилегающие к вулкану Малый Семячик. Тефра кальдерообразующих извержений в пределах изученной нами территории имеет значительные мощности на участке, прилежащем к долине р. Карымской, вдоль которой проходила главная восточная ось «пемзопадов» (от 2 м близ концов пирокластических потоков до 80 см на берегу океана). Важно отметить, что главные горизонты тefры без выклинивания прослеживаются на площади всего Карымско-Семячинского района, лишь уменьшаясь в мощности по мере удаления от кальдеры. В связи с этим разрезы пемзовых кальдерообразующих отложений, полученные при изучении подножия Малого Семячика (с радиоуглеродными датировками древесины и погребенных почв, перекрывающих и подстилающих кальдерный комплекс), оказались прекрасным дополнением к разрезам, полученным вблизи самой кальдеры Карымского (см. рис. 3).

Кальдерообразующие извержения связаны с эксплозивными выбросов ювенильного материала. Нижний горизонт тefры представлен сахарно-

вулканические пески; 17 — серые пылеватые пески с обломками лав и измененных пород (взрывные отложения); 18 — супеси с примесью и неясными прослоями вулканических песков; 19 — супеси; 20 — горизонты погребенных почв; 21 — вулканические пески переветренные; 22 — пролювий; 23 — эффузивы; 24 — доголоценовые туфы; 25 — древесина и угли; 26 — точки наблюдений; 27 — радиоуглеродные даты (лет назад). Сплошными линиями проведена корреляция отложений ритмов, пунктирными — маркирующих горизонтов тefры. Индексы  $KM_1$ — $KM_3$ ,  $KPM$  см. рис. 3.

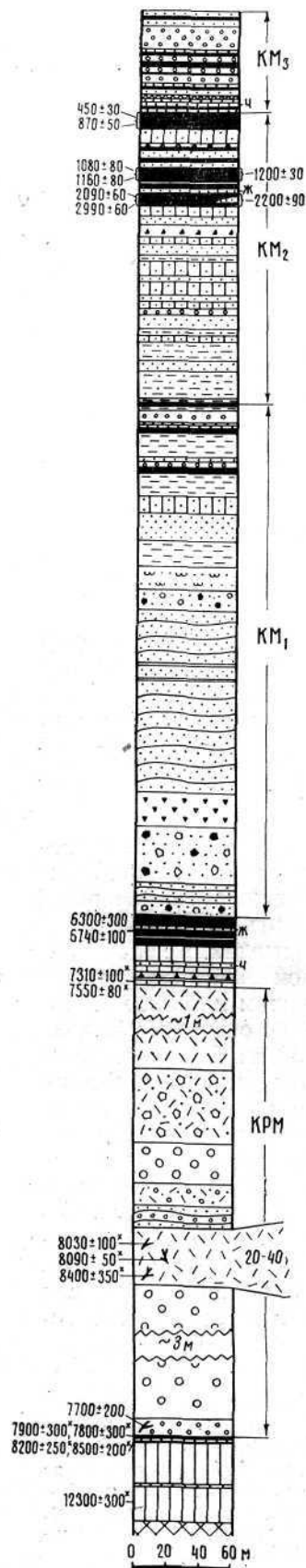


Рис. 3. Сводный разрез пирокластических отложений южного подножия Карымского вулкана. Условные обозначения см. рис. 1. KPM — комплекс отложений кальдерообразующего этапа, —KМ<sub>3</sub> — периоды активности вулкана Карымского. Даты, взятые из разрезов района Малого Семячика, показаны на колонке со звездочками

белым пемзовым липаритовым вулканическим гравием и песком. Он перекрывается слоем пемзовых, также липаритовых лапилли («нижние лапилли»), которые вблизи кальдеры замещаются горизонтом пемзовых бомб, достигающих 20—30 см в поперечнике. Мощность горизонта пемзовых бомб составляет в точке 278 ~6 м. Пемза пористая, волокнистая, чаще белая и розовая, иногда желтая. Горизонты лапилли очень сыпучи и почти не содержат песчаного заполнителя. Пачки же, сложенные бомбами, хорошо держат стенки в бортах ручьев и промоин, поскольку бомбы уложены достаточно плотно. Пемзовый гравий и лапилли ложатся прямо на почву: никаких взрывных брекчий, содержащих материал старых построек, нами обнаружено не было ни в одном из изученных разрезов.

За выбросами тefры последовало извержение пирокластических потоков, главные ветви которых распространились на запад по р. Крестьянской и на восток по р. Карымской (см. рис. 2); значительные площади были также покрыты ими в пределах равнинных участков подножий вулканов Двор (в кальдере Соболиного) и Пра-Карымского (район оз. Пересыхающего). Отложения пирокластических потоков представлены палево-серыми, часто розоватыми псаммитовыми и алевритовыми липарит-дацитовыми туфами с рассеянными обломками пемзы; отложения некоторых потоков содержат значительную примесь резургентного материала (глыбы и щебенки эффузивов, измененных пород). Мощность отложения, по наблюдениям Б. В. Иванова, составляет 65 м в верховьях р. Крестьянской, по нашим данным в долине р. Карымской (т. 28) — 20—30 м и более 15—20 м в районе оз. Пересыхающего.

В то время как пирокластические потоки концентрировались по долинам рек, на междуречных пространствах вблизи кальдеры и на всей обширной территории, прилегающей к вулкану Малый Семячик, вплоть до берега океана, отложился тонкий алевритовый материал. Последний по облику и стратиграфическому положению в разрезах полностью аналогичен туфам пирокластических потоков. Цвет этих отложений также палевый или чуть розоватый, более грубый материал встречается в виде единичных лапилли. По-видимому, рас-

смагриваемый горизонт, являющийся точным стратиграфическим аналогом туфов пирокластических потоков, представляет собой отложения палящих туч, которые сопровождали извержения пирокластических потоков и распространялись на значительные расстояния за их пределы. Мощность этих отложений, покрывающих плащом все формы рельефа, составляет до 1 м в разрезах, тяготеющих к долине р. Карымской, вдоль которой проходила осевая зона распространения палящей тучи. Минимальная мощность горизонта равна 2—4 см на берегу океана и в пределах северного подножия Малого Семаячика. Мы связываем описываемые отложения именно с палящей тучей, поскольку найденные в этом слое растительные остатки повсеместно обуглены. Радиоуглеродные даты для древесных углей из этих отложений дают значения возраста порядка 8000 лет (см. рис. 3), т. е. угли оказываются старше, чем подстилающие их погребенные почвы. Это трактуется нами как «задревнение», связанное, видимо, с захватом углерода вулканической углекислоты образцами из горячих и газонасыщенных отложений палящей тучи в процессе обугливания. Даты же, полученные по древесине из выпавших холодными «нижних лапилли» ( $7700 \pm 200$  лет), хорошо согласуются с датами для подстилающей их почвы — 7800—7900 лет.

За извержением пирокластических потоков последовала новая серия мощных взрывных выбросов, отложения которых представлены горизонтами хорошо стратифицированной тефры с чередованием пемзовых лапилли, вулканического пемзового гравия, пемзовых песков и тех же песков с примесью гравия и лапилли. Последний крупный выброс из этой серии взрывов сформировал четко выраженный на всей территории Карымско-Семячинского района горизонт липаритовых «верхних лапилли», к которым вблизи кальдеры примешиваются бомбы до 7—10 см в поперечнике. От лапилли «нижнего горизонта» они отличаются более желтым цветом и присутствием заполнителя в виде пемзового вулканического песка.

Завершился кальдерообразующий этап новыми небольшими по масштабу извержениями пирокластических потоков. Отложения их представлены палевым псаммитовым дацитовым туфом с единичными обломками пемзы.

О времени завершения кальдерообразующих извержений свидетельствует возраст почвы, непосредственно перекрывающей комплекс описанной кальдерной пирокластики. Для нее получены даты порядка 7300—7500 лет. Таким образом, весь период кальдерообразующих извержений охватывает короткий интервал длительностью не более 200—400 лет. Можно полагать, однако, что он был значительно короче и не превышал нескольких десятков лет, так как отложение мощной пемзовой тефры повсеместно прервало процесс почвообразования и до нового появления растительности с начала формирования датированного нами почвенного горизонта протекло, видимо, немалое время. Вулканическая деятельность кальдерообразующего этапа в целом характеризовалась, как было показано выше, мощными взрывными выбросами и извержениями пирокластических потоков. Общий объем материала этапа кальдерообразования оценен Б. В. Ивановым в  $6 \text{ км}^3$ , однако в подсчет им были включены главным образом отложения в границах распространения пирокластических потоков без учета тефры, рассеянной на значительно большие площади. Точно определить объем этой тефры в настоящее время не представляется возможным, так как карта изопахит для нее может быть составлена только для изученного нами северо-восточного участка прилегающей к кальдере территории. Однако при учете этих данных можно думать, что дополнительный объем пирокластики, связанный с кальдерообразующим извержением, составляет не менее 2—3  $\text{км}^3$ .

После образования кальдеры вулканическая деятельность в районе Карымского центра резко ослабилась. За этот период сформировалась

четко выраженная почва, в нижней части сложенная супесями, а в верхней хорошо гумусированная. Маломощные горизонты тефры, представленные черными песками и шлаками, связаны с извержениями начавшего формироваться молодого конуса Малого Семячика — Кайно-Семячика (тефра ритма  $KC_1$  этого вулкана, Брайцева и др., 1978а). Принадлежность горизонтов желтых вулканических песков, имеющих региональное распространение, точно не установлена. Вулкан Карымский в это время еще не существовал. Можно полагать, что в кальдере накапливались озерные и флювиальные отложения, которые в настоящее время перекрыты молодыми лавами; видимо, они могут быть вскрыты в будущем при буровых работах. Длительность этого спокойного интервала, судя по радиоуглеродным датировкам почвы (~6500 лет) составила не менее 1000 лет,

Новая вспышка вулканической активности, последовавшая за периодом покоя, связана с возникновением в кальдере самого вулкана Карымского. В истории формирования вулкана можно выделить два крупных ритма активности —  $KM_1$  и  $KM_2$  (рис. 3), каждый из которых начинается напряженной эксплозивной деятельностью с накоплением пачек пирокластики и завершается периодом некоторого ослабления интенсивности вулканических проявлений, что находит выражение в увеличении интервалов между извержениями с формированием горизонтов погребенных почв разной мощности. Кроме того, выделяется последний этап активности вулкана Карымского ( $KM_3$ ), который отличается некоторыми специфическими особенностями. Временные границы выделяемых ритмов определяются с помощью радиоуглеродного датирования погребенных почв и на основании данных спорово-пыльцеватого анализа.

Первый ритм ( $KM_1$ ) отвечает начальному этапу формирования конуса Карымского вулкана. Вулканические проявления в кальдере начались со взрывов, взломавших дно кальдеры. Взрывные отложения в точках 277 и 278 представлены серой и песчано-пылевой массой с бомбами шлака и примесью резургентного материала, состоящего из обломков эффузивов, агломератовых туфов, измененных пород; глыбы достигают 30—50 см в поперечнике. Как видно из разреза т. 278, взрывы были неоднократными. Между взрывными отложениями и поверх них залегает стратифицированная пирокластика, связанная с вулканическими проявлениями в процессе активного построения конуса. Пирокластика представлена преимущественно крупно- и грубозернистыми вулканическими песками и вулканическим гравием, в основании этой пачки фиксируется довольно мощный горизонт сыпучих серых и плотных лапилли.

Отличительной особенностью самой верхней части ритма  $KM_1$  является присутствие в разрезе хорошо выраженных горизонтов пемзовой тефры и маломощных их погребенных почв. Верхняя пачка ритма состоит как бы из двух микроритмов, каждый из которых начинается извержениями с выбросом пемзовой тефры, а затем сменяется равномерной слабой активностью с накоплением тонкослоистых пеплов и оканчивается формированием погребенной почвы. В будущем мы предполагаем получить радиоуглеродные даты для этих горизонтов погребенных почв, а в настоящий момент приблизительно определить время окончания ритма  $KM_1$  нам помогают данные спорово-пыльцевого анализа.

Для почвенно-пирокластического чехла в т. 278, взятого в поясе горной тундры, была получена спорово-пыльцевая диаграмма, характеризующая изменения растительного покрова за последние 10 тыс. лет (рис. 4). Для определения возрастных границ в этом разрезе его диаграмма сравнивалась с диаграммой эталонного разреза почвенно-пирокластического чехла в пос. Жупаново, взятом на достаточном удалении от активных вулканических центров в поясе березовых лесов. Горизонты пеплов разреза в пос. Жупаново методом непрерывного прослеживания скорелированы с главными пачками пирокластики в разрезе почвенно-

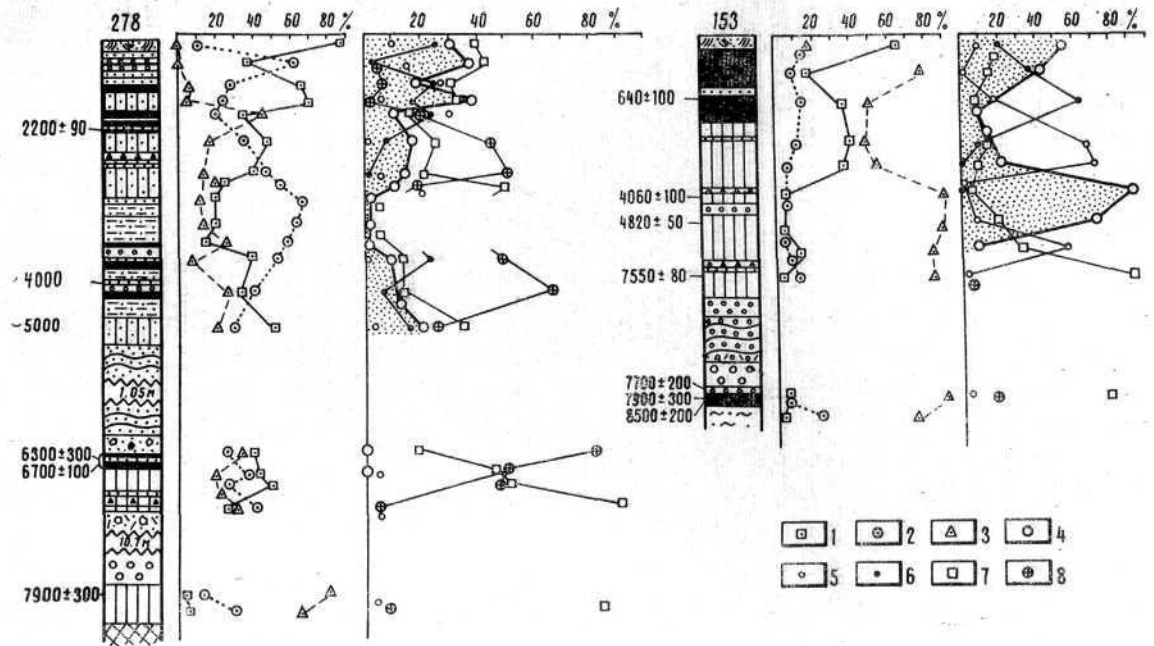


Рис. 4. Спорно-пыльцевые диаграммы разрезов почвенно-пирокластических чехлов подножия вулкана Карымского (278) и побережья океана в пос. Жупаново (153). 1 — пыльца древесно-кустарниковых растений; 2 — пыльца травянистых; 3 — споры; 4 — береза древесная; 5 — береза кустарничковая; 6 — кедровый стланик; 7 — ольховый стланик; 8 — кустарничковая ива. В разрезе 278 споры представлены в основном плаунами, в разрезе 153 — папоротниками



пирокластического чехла Малого Семячика (горизонты тефры прослеживались по профилю от берега океана до подножия вулкана). Это дало возможность использовать для жупановского разреза радиоуглеродные датировки отложений Малого Семячика и, таким образом, рассмотреть изменение растительности в уже известных временных границах.

Спорово-пыльцевая диаграмма Жупановского разреза показывает, что парковые березовые леса появились в прибрежной зоне не ранее 6000 лет назад (л. н.) и достигли максимального развития 5000—4500 л. н. После 4000 л. н. отмечается сокращение их площади и снижение пояса кустарников, что было связано, видимо, с некоторым ухудшением условий после климатического оптимума голоцена. Новое расширение березовых лесов произошло за последние 2000 лет. Изменения характера растительности, отмеченные по спорово-пыльцевым диаграммам жупановского разреза, хорошо согласуются с такими же изменениями в пределах всей Восточной вулканической зоны. Так, два максимума пыльцы березы отмечаются в изученном И. А. Егоровой разрезе торфяника у г. Петропавловска-Камчатского, для которого имеются радиоуглеродные датировки: первый максимум имел место около 5500 л. н., а второй после 2000 л. н. В торфянике яра Черного, расположенного близ устья р. Камчатки, максимум пыльцы березы также фиксируется после 6000 л. н.

Сравнение спорово-пыльцевых диаграмм жупановского и карымского разрезов (рис. 4) позволяет наметить для последнего некоторые возрастные рубежи. На диаграмме Карымского разреза хорошо видно, что древнее 6500 л. н. пыльца березы встречается единично, что хорошо согласуется с Жупановским разрезом и говорит о самом начале формирования березовых лесов в Восточной вулканической зоне. Увеличение количества пыльцы древесной березы в верхней части ритма  $KM_1$ , свидетельствующее о расширении ареала березовых лесов, дает возможность полагать, по аналогии с жупановским разрезом, что накопление этих отложений происходило в интервале 5000—4500 л. н. Наступившее после 4000 л. н. похолодание выразилось на спорово-пыльцевой диаграмме в общем уменьшении пыльцы древесно-кустарниковых растений и в увеличении пыльцы кустарниковой березки и травянистых. Падение содержания пыльцы древесной березы было связано, видимо, с общим сокращением ареала березовых лесов в Восточной зоне. Таким образом, можно полагать, что окончание ритма  $KM_1$  имело место около 4000 лет назад.

Начало следующего ритма  $KM_2$  характеризуется вулканической активностью, во время которой извержения следовали друг за другом практически непрерывно. Отложения представлены серыми андезитовыми вулканическими песками, которые накапливались в виде слабостратифицированных горизонтов, с отдельными более мощными прослоями тех же серых песков, отвечающих наиболее крупным извержениям. Среди вулканических песков этого ритма отмечаются единичные горизонты гравия и мелких лапилли пемзы. Одно из наиболее мощных извержений имело место перед началом формирования почвы — его тефра представлена вулканическими песками и коричневыми андезито-базальтовыми шлаками размера лапилли, а на борту кальдеры — и вулканическими бомбами до 6 см в поперечнике.

Верхняя часть разреза ритма отражает значительное ослабление вулканической активности, фиксированной формированием мощной погребенной почвы. Нижняя и верхняя части почвы содержат минимум пепловых прослоев, в средней ее части запечатлена существенная вспышка вулканической активности. Отложения серии извержений этого времени представлены двумя горизонтами серых вулканических песков и одним горизонтом серого андезитового шлака.

Для нижней части почвы получены радиоуглеродные даты  $2200 \pm 90$  (т. 278) и  $2090 + 690$ ,  $2290 + 110$ ,  $2990 \pm 60$  (т. 283). Последние три даты

определены по последовательным щелочным вытяжкам из одного и того же образца почвы и, по-видимому, приближаются ко времени начала и окончания ее формирования; первая дата ( $2200 \pm 90$ ) получена по сумме щелочных вытяжек из образца той же почвы в другом разрезе. Для средней части почвы в т. 28 определена дата  $1230 \pm 30$  лет (по сумме щелочных вытяжек), а в т. 283 по отдельным щелочным вытяжкам из одного образца — даты  $1080 \pm 80$  и  $1160 \pm 80$  лет. Для образца из верхней части почвы по трем последовательным щелочным вытяжкам получены даты  $450 \pm 30$ ,  $770 \pm 90$ ,  $870 \pm 50$  лет. Возможно, дата по первой вытяжке ( $450 \pm 30$  лет) несколько омоложена за счет проникновения современных корней в верхнюю часть разреза. Исходя из имеющихся датировок, можно полагать, что весь период ослабления вулканической активности конца ритма  $КМ_2$  продолжался около 2000—2500 лет. Ослабление было настолько существенным, что кустарниковая растительность вблизи вулкана резко расширила свои площади. В это время кустарником поросли не только лавовые потоки подножия вулкана, но зарастало само основание его конуса. Стволы и ветви кедрового стланника встречаются здесь повсеместно в ассоциации с почвой, погребенной пемзами последующих извержений.

Последний этап деятельности вулкана Карымского ( $КМ_3$ ) имеет своеобразные черты. Его тефра в самой нижней и верхней частях представлена серыми андезитовыми песками, а в средней части — горизонтами пемзовой пирокластики (лапилли, вулканический гравий и песок). Слои тефры разделяются четкими маломощными горизонтами погребенных почв, что резко отличает рассматриваемый этап от предыдущего, для начала которого характерна активность с равномерным накоплением только горизонтов тефры. Режим вулкана на этом последнем этапе характеризуется отдельными сильными извержениями, которые разделяются короткими периодами покоя или крайне слабой активности. Это своего рода короткопериодные микроритмы, показывающие, что вулкан начал работать в учащенном пульсационном режиме.

По аналогии с Малым Семячком можно полагать, что первые два ритма ( $КМ_1$  и  $М_2$ ) составляют части одного крупного цикла, в процессе которого вулканический конус за 6000 лет был практически построен целиком и достиг близкой к предельной высоты. В таком плане этот цикл и цикл ИКС на Малом Семячке (Брайцева и др., 1978) аналогичны, и каждый отвечает этапу построения своего конуса. Закончился цикл вулкана Карымского, как уже указывалось, существенным ослаблением вулканической активности, вызвавшим зарастание основания конуса и его подножия с формированием погребенной почвы. В условиях, близких к предельной высоте, вулкан на новом этапе начал работать в короткопериодном пульсационном режиме. Не исключена возможность в ближайшем будущем во время одной из пульсаций образования обширного кратера или вершинной кальдеры для обеспечения дальнейшего оптимального протекания вулканического процесса путем снижения вершины вулкана.

Резюмируя все вышеизложенное, можно сделать следующие выводы:

1. Образованию кальдеры Карымского вулкана предшествовал период покоя в Карымском вулканическом центре, охватывающий интервал более 3—4 тыс. лет.

2. Формирование кальдеры Карымского вулкана произошло около 8 тыс. лет назад в результате серии катастрофических извержений кислой пирокластики. Извержения характеризовались мощными взрывными выбросами и излияниями пирокластических потоков. Кальдерообразующий этап длился не более 200—400 лет, а вероятнее, был значительно короче.

3. После образования кальдеры вулканическая деятельность в Карымском центре резко ослабилась. Период покоя составил более 1000 лет.

4. В истории активности вулкана выделяются два крупных ритма, последний из которых завершился существенным ослаблением вулканической деятельности. Активность вулкана на последнем отрезке времени (около 500—600 лет) носит короткопериодный пульсационный характер.

В настоящей статье изложены первые результаты тейфрохронологических исследований Карымского вулкана. Дальнейшее изучение предполагает дополнительное датирование горизонтов погребенных почв, определение стратиграфического положения лавовых потоков вулкана, составление схем реконструкций для отдельных этапов его деятельности. Помимо возможности восстановить историю Карымского вулкана, что само по себе представляет большой интерес, заманчиво в будущем сопоставить главные моменты истории близко расположенных андезитодацитового вулкана Карымского и базальтового вулкана Малого Семячика с целью решить вопрос синхронности или асинхронности основных проявлений их вулканической активности.

Авторы выражают благодарность И. В. Мелекесцеву за представленные материалы и ценные замечания при подготовке статьи к печати.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Брайцева О. А., Егорова И. А., Несмачный И. А., Селянгин О. Б., Сулержицкий Л. Д. Тейфрохронологические исследования как метод изучения закономерностей циклического развития вулкана.— Бюл. вулканол. станций, 1978а, № 54.
- Брайцева О. А., Егорова И. А., Несмачный И. А., Селянгин О. Б., Сулержицкий Л. Д. Тейфрохронологическое датирование лавовых комплексов и реконструкция истории формирования современного вулкана.— Бюл. вулканол. станций, 1978б, № 55.
- Гептнер А. Р. О минеральном составе позднекайнозойских отложений Камчатки, обусловленном влиянием вулканизма.— Литология и полезн. ископ., 1972, № 1, с. 27—39.
- Горшков Г. С. Заметки об извержении Карымского вулкана в 1960 г.— Бюл. вулканол. станций, 1962, № 32, с. 24—33.
- Гуценко И. И. Пеплы Северной Камчатки и условия их образования. М., «Наука», 1965, 143 с.
- Иванов Б. В. Извержение Карымского вулкана в 1962—1965 гг. и вулканы Карымской группы. М., «Наука», 1970, с. 33—43.
- Мелекесцев И. В., Краевая Т. С., Брайцева О. А. Почвенно-пирокластический чехол и его значение для тейфрохронологии на Камчатке.— В сб.: Вулканические фации Камчатки. М., «Наука», 1969, с. 61—72.
- Мелекесцев И. В., Краевая Т. С., Брайцева О. А. Рельеф и отложения молодых вулканических районов Камчатки. М., «Наука», 1970, 103 с.
- Селянгин О. Б., Брайцева О. А., Егорова И. А., Сулержицкий Л. Д., Несмачный И. А. Геологические и тейфрохронологические исследования современного вулкана.— В сб.: Проблемы глубинного магматизма. М., «Наука», 1978.
- Сирин А. Н. О соотношении центрального и ареального вулканизма. М., «Наука», 1968, 169 с.
- Фаворская М. А., Волчанская И. К., Фрих-Хар Д. И., Баскина В. А., Дудыкина А. С. Магматизм юго-восточной Камчатки и его связи с процессами тектонической активации. М., «Наука», 1965, 152 с.
- Thorarinsson S. The eruptions of Hekla in historical times. A tephrochronological study.— Soc. Scient. Islandica, Reykjavic, 1967, 170 p.