

**БРАЙЦЕВА О. А., ФЛОРЕНСКИЙ И. В., ПОНОМАРЕВА В. В.,  
ЛИТАСОВА С. Н.**

### **ИСТОРИЯ АКТИВНОСТИ ВУЛКАНА КИХПИНЫЧ В ГОЛОЦЕНЕ**

Кихпиныч до настоящего времени оставался одним из наименее изученных вулканов Восточной вулканической зоны Камчатки. Исторически сложилось представление о нем как едином массиве, включающем молодые базальтовые конусы, старый вулкан, являющийся их основанием, и расположенный южнее дацитовый вулкан — сопка Желтая [5—7, 10].

Основание Кихпиныча — крупный стратовулкан Пик, уже в значительной мере разрушенный эрозионными и гляциальными процессами. Наличие следов обработки в виде скульптурных ледниковых форм свидетельствует о том, что к началу II фазы позднеплейстоценового оледенения (— 23 тыс. лет назад) вулкан не только прекратил свою деятельность, но и успел в значительной степени расчлениться эрозией. Это позволяет датировать его средним — началом позднего плейстоцена и считать возрастным аналогом вулкана Узон и докальдерной постройки вулкана Крашенинникова, формирование которых предшествовало этапу игнимбритообразующих извержений и кальдерообразования в Восточной зоне. Пик — типичный стратовулкан, сложенный чередованием лав и агломератовых туфов. Состав пород отвечает базальтам. Породы вулкана сильно гидротермально изменены, причем масштаб этих изменений далеко выходит за рамки обычных локальных преобразований прижерловой части вулкана и захватывает практически всю постройку. В этом плане вулкан — один из участков мощного проявления гидротермальных процессов, охвативших значительную территорию, включая кальдеру Узон, Долину Гейзеров, сопку Желтую. Они, по-видимому, связаны с широким развитием здесь кислого вулканизма в позднем плейстоцене, и гидротермальная деятельность является, таким образом, более молодой, наложенной по отношению к базальтовым постройкам предшествовавшего этапа вулканизма.

Голоценовая деятельность в массиве Кихпиныч выразилась в формировании двух слившихся конусов-стратовулканов (рис. 1, 2). Более старым из них назван нами конусом Западный, более молодой известен под названием конуса Савича. Оба вулкана — правильные конусы, почти не расчлененные эрозией с практически одинаковой абсолютной высотой (—1500 м — конус Западный, 1552 м — конус Савича). Относительная их высота около 300 м. Восточнее конуса Савича располагается еще один эруптивный центр, названный нами Краб (абсолютная высота 1450 м). С конусами Западный и Савича связаны лавовые потоки, залившие все северное подножие вулкана. Вулканические продукты представлены базальтами и андезитобазальтами. Исторические извержения вулкана неизвестны, однако он отнесен к действующим [7] благодаря наличию очень свежих лавовых потоков.

Учитывая, что вулкан Пик прекратил деятельность не позднее 40—50 тыс. лет назад, можно полагать, что перерыв в вулканической деятельности до начала возникновения голоценовых конусов составил десятки

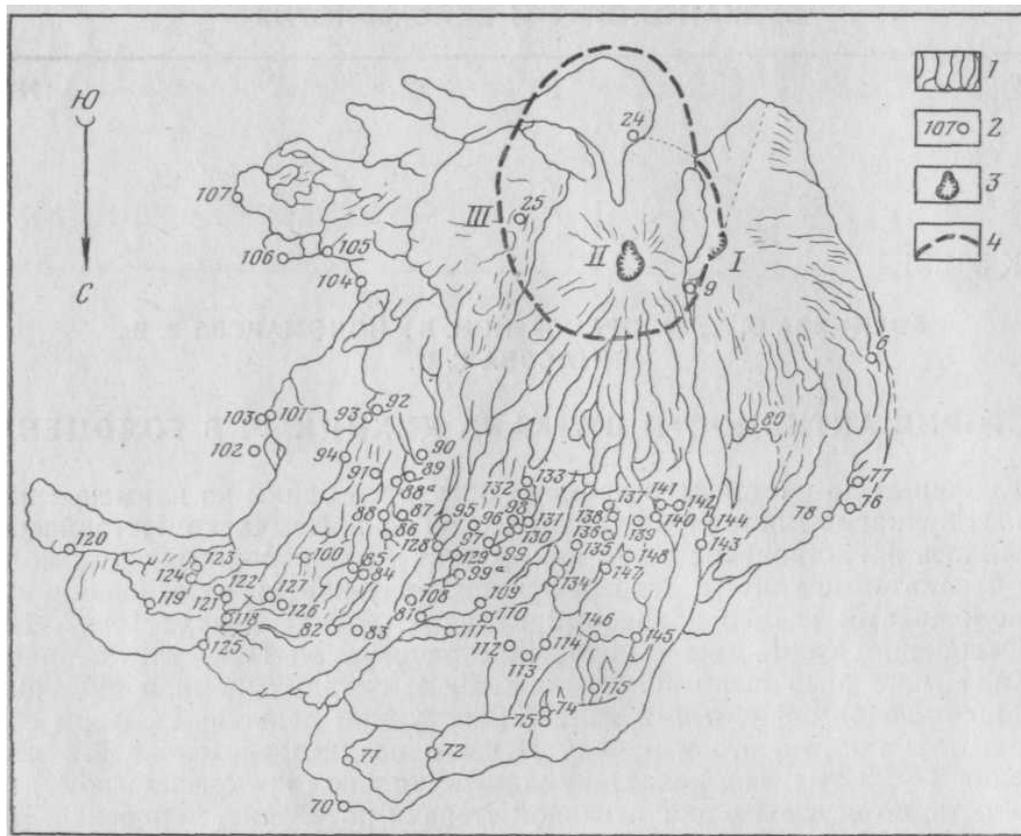


Рис. 1. Местоположение основных разрезов тефры подножия вулкана Кихпиныч. /— лавовые потоки; 2 — разрезы тефры и их номера; 3 — кратер на вершине конуса Савича; 4 — граница кратера, образование которого предшествовало возникновению конуса Савича I — конус Западный, II — конус Савича, III — купол Краб.

тысяч лет. В связи с этим нам представляется уместным поставить вопрос о выделении голоценовых образований в самостоятельный вулкан — Молодой Кихпиныч, состоящий из двух слившихся конусов-стратовулканов и небольшого эффузивного купола. В таком случае Кихпиныч можно рассматривать как вулканический массив, включающий гору Пик (или Старый Кихпиныч) и Молодой Кихпиныч. Сопка Желтая, которую часто включают в состав Кихпиныча, по нашему мнению, самостоятельный дацитовый вулкан и скорее генетически тяготеет к кислым образованиям Долины Гейзеров.

Задача настоящей статьи — датирование начала голоценовой вулканической деятельности в массиве Кихпиныч и реконструкция активности Молодого Кихпиныча на базе тефрохронологических исследований с широким применением радиоуглеродного датирования.

**Разрез тефры подножия вулкана. Эксплозивная активность вулкана.** Тефра вулкана изучена в пределах его подножия в точках, показанных на рис. 1, а также на обширной площади от кальдеры Узон до оз. Кроноцкого. Сводный разрез тефры, составленный на основании увязки этих частных разрезов, представлен на рис. 3.

Для разделения сходной по облику тефры вулканов Крашенинникова и Кихпиныч проводился анализ изменения мощностей по профилю между этими вулканами, где пирокластика каждого из них закономерно увеличивала мощность и крупность материала по мере приближения к своему эруптивному центру.

Первая пачка тефры, связанная с деятельностью вулкана Кихпиныч, отмечается в средней части разреза. Она отвечает времени формирования конуса Западный. Присутствие в пачке тефры прослоя слабогумусированной супеси позволяет полагать, что период вулканической актив-

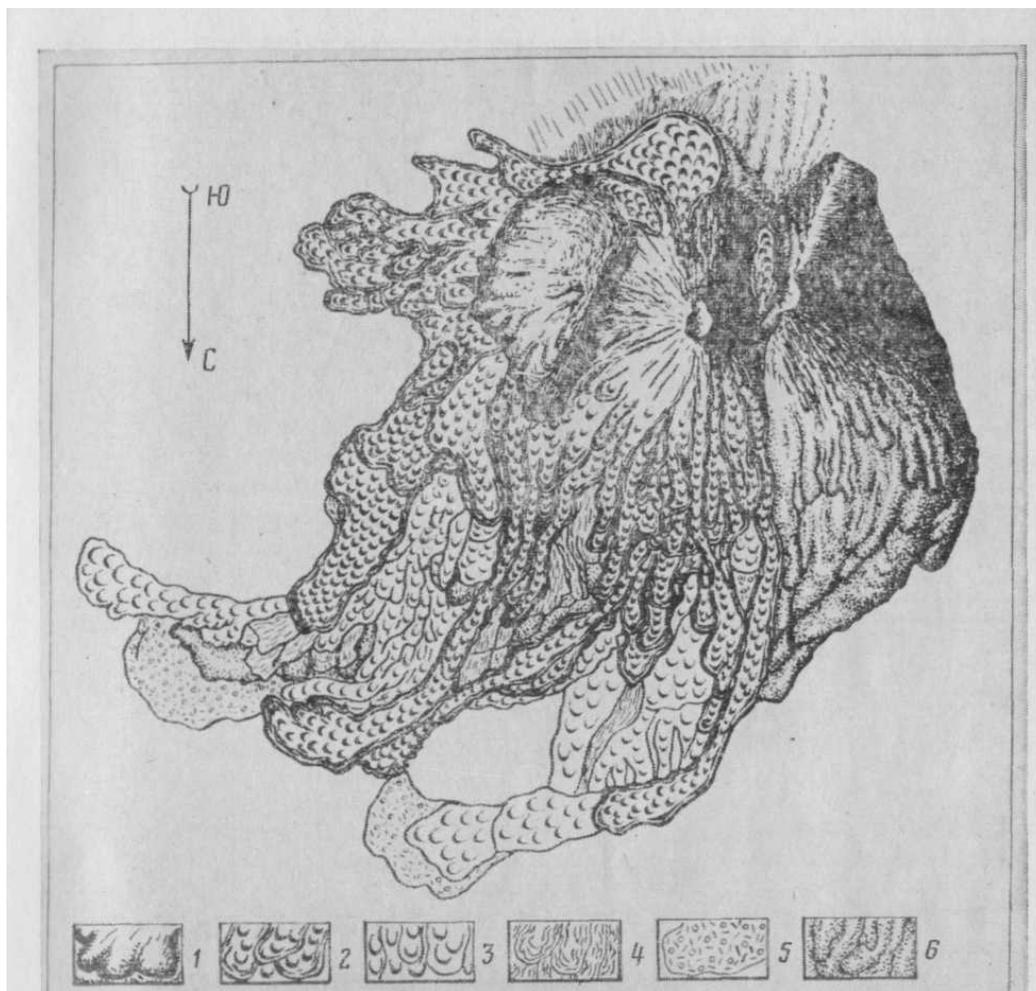


Рис. 2. Карта лавовых потоков вулкана Кихпинич. 1 — потоки купола Краб — первые сотни лет назад (V — возрастная группа), 2—4 — потоки конуса Савича (2 — IV возрастная группа ~ 500—600 лет назад, 3—III возрастная группа ~ 1150—1250 лет назад, 4 — II возрастная группа ~ 1350 лет назад), 5 — взрывные отложения ~ 1400 лет назад, 6 — потоки конуса Западный ~4000—4200 лет назад (возрастная группа)

зации разделялся на два эруптивных цикла. Первый состоял из серии быстро следовавших друг за другом извержений, зафиксированных чередованием слоев тефры разной крупности, а второй, последовавший за кратковременным периодом покоя, представлял собой одно мощное извержение с выбросом черных плотных шлаков, которые не имеют признаков стратификации. Изопахиты тефры показаны на рис. 4; общий объем тефры конуса Западный составил  $0,14 \text{ км}^3$ , причем 90% материала приходится на последнее извержение.

Комплекс отложений времени формирования конуса Савича представляет собой сложное образование, состоящее из чередующихся пачек тефры и погребенных почв. Эти отложения можно сгруппировать в циклические единицы, которые ранее [2] были названы нами ритмами. Отложения ритма запечатлевают пульсацию вулканической активности, начинающуюся интенсивной эксплозивной деятельностью с накоплением тефры и заканчивающуюся ослаблением или прекращением вулканических проявлений с образованием почвы. В комплексе отложений конуса Савича выделяются четыре ритма, которым присвоены индексы СВI—СВIV.

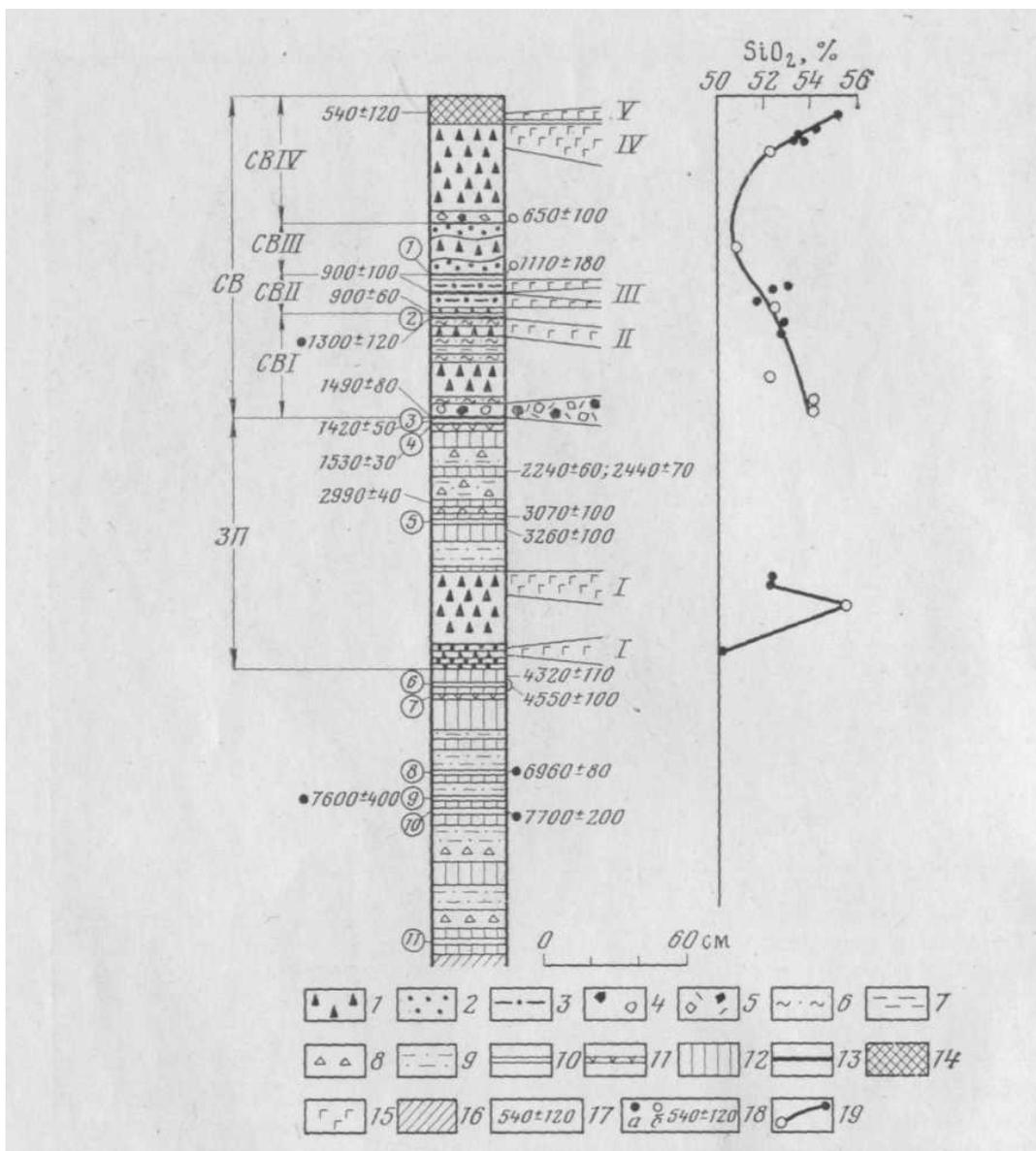


Рис. 3. Сводный разрез лавово-пирокластических отложений подножия вулкана Кихпинич. *Тефра вулкана Кихпинич*: 1 — бомбы, лапилли, вулканический гравий, 2 — вулканические пески, 3 — вулканические пески стратифицированные, 4 — взрывные отложения, 5 — взрывные отложения, переотложенные лахарами, 6 — тонкие пеплы с включением гравия и грубого песка, 7 — тонкие кремевые пеплы. *Тефра вулкана Крашенинникова*: 8 — вулканический гравий и лапилли, 9 — вулканические пески. *Транзитная тефра*: 10 — тонкие пеплы, 11 — вулканические пески, 12 — супеси, 13 — погребенные почвы, 14 — дернина, 15 — лавовые потоки, 16 — подстилающие чехол отложения, 17 — значения радиоуглеродных дат, лет назад, 18 — даты, (а — полученные по углям, б — по древесине), 19 — кривая вариационного состава вулканитов (черные кружки — лава, белые — тефра). I—V — возрастные группы лавовых потоков, ЗП и СВ — циклы активности конусов Западный и Савича, СВИ—СВIV — ритмы активности конуса Савича. Цифры в кружках на разрезе: 1 — белый пепел — источник неизвестен, 2 — палевый пепел — вулкан Шивелуч, 3 — палевый пепел — вулкан Опала, 4 — желтый пепел — вулкан Ходутка, 5 — сизый пепел — вулкан Кизимен (?), 6, 7 — соответственно белый и желтый пеплы — источник неизвестен, 8 — палевый пепел — вулкан Хангар, 9 — палевый пепел — вулкан Кизимен, 10 — палевый пепел — кальдера Карымского вулкана, 11 — желтый пепел — источник неизвестен

Ритм СВИ отвечает начальному этапу формирования конуса Савича. Нижний горизонт представлен типичными взрывными отложениями — коричневато-желтыми песками с обломками размером от 1 до 30 см. На междуречьях мощность их составляет десятки сантиметров, в долинах водотоков — 4—5 м и более (подошва нигде не вскрыта). Материал в основном резургентный — лавы в желтой и охристой «рубашке», измененные породы. Ювенильный материал — лапилли и бомбы андезитоба-

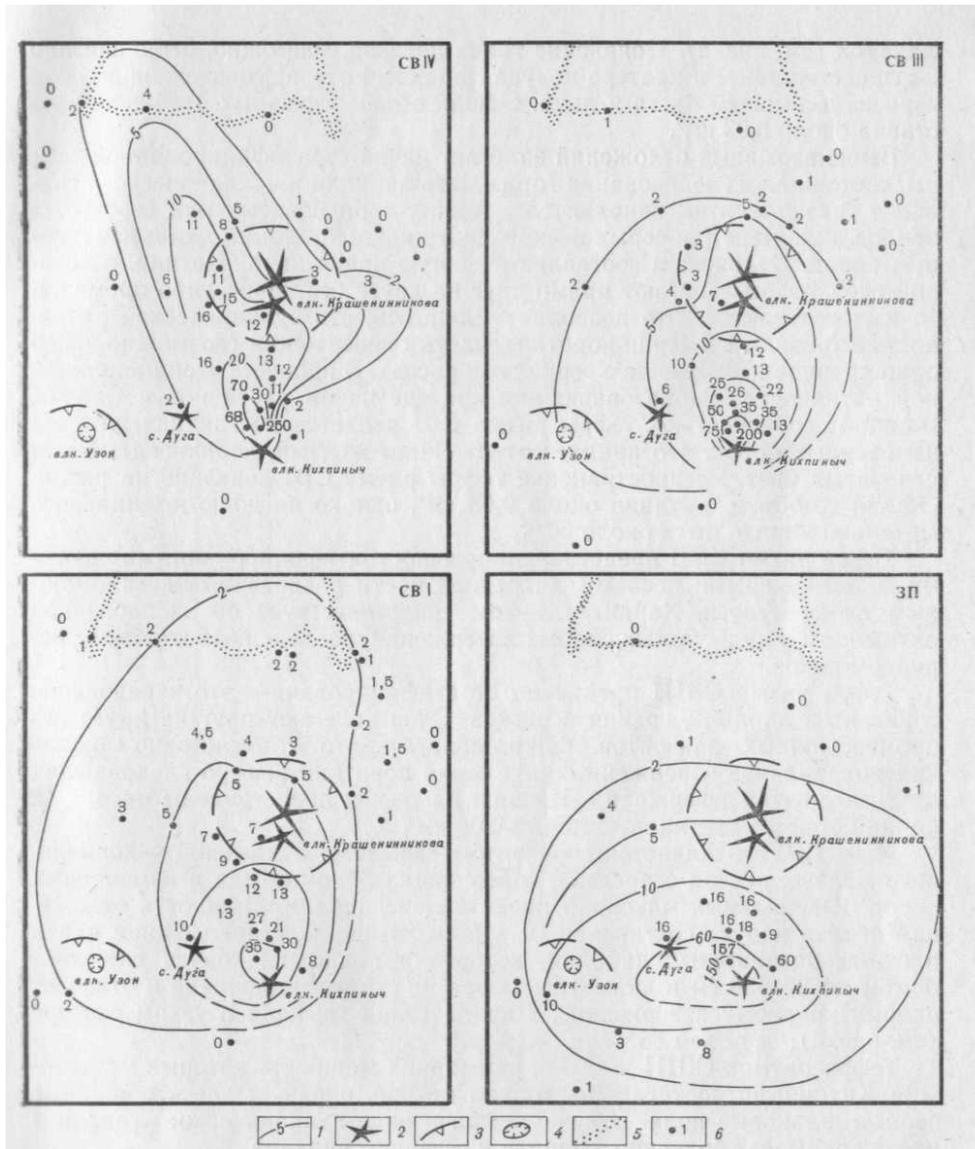


Рис. 4. Распространение тефры крупнейших извержений конуса Савича (ритмы СВ I, СВ III, СВ IV) и конуса Западный (ЗП). 1 — изопахиты, 2 — вулканы, 3 — кальдеры, 4 — маар оз. Дальнего, 5 — пляжевые отложения Кроноцкого озера, 6 — мощности тефры

зальтов до 20—30 см в диаметре, составляет 10—20%. В долинах рек пиривные отложения сильно уплотнены — это типичные агломератовые туфы. В них часто встречаются глыбы лав до 1—2 м в поперечнике, отмечены блоки сцементированных агломератовых туфов из постройки вулкана Пик размером до 2—4 м.

Не вызывает сомнения, что формирование конуса Савича началось с мощного взрыва и образования крупного кратера. Взрывом была разрушена восточная часть конуса Западный, а также вулкан Пик, чем и объясняется большое количество измененных пород во взрывных отложениях. Контуры возникшего кратера показаны на рис. 1. Взрывные отложения частично переносились прямо по воздуху и перекрыли междуречья, а частично сконцентрировались в долинах, где они «текли» наподобие

лахаров (см. рис. 8). Появление таких потоков, возможно, было связано с существованием в кратере конуса Западный озера, уничтоженного при взрыве, и таянием снега и льда. Общий объем взрывных отложений составил около  $0,03 \text{ км}^3$ .

Выше взрывных отложений залегает пачка стратифицированной тефры, состоящая из чередования горизонтов лапилли и вулканического гравия в грязно-желтом заполнителе, тонких коричневатых или сероватых пеплов и желтых или серых песков, содержащих обломки лав и измененных пород. Отложения составляют единую пачку пироклаستيку, в которой слои тефры залегают прямо друг на друге без каких-либо промежуточных горизонтов. Это позволяет полагать, что вулканическая активность выразилась в серии коротких, частых извержений (возможно, была одно крупное извержение с серией выбросов). В процессе этой напряженной активности в образовавшемся кратере начал расти конус Савича, Важной особенностью тефры ритма СВІ является постоянная примесь измененных пород, что придает отложениям желтый, коричневатый или сизоватый цвет. Распространение тефры ритма СВІ показано на рис. 4. Общий ее объем составил около  $0,08 \text{ км}^3$ , однако на долю ювенильного материала приходится около 50%.

Тефра ритма СВІ представлена неясностратифицированными черными и темно-серыми песками, в средней части разделенными маломощным слоем супеси. Характер тефры свидетельствует об эксплозивной активности в виде частых слабых извержений, разделенных коротким периодом покоя.

Тефра ритма СВІІ прекрасно стратифицирована — это чередование горизонтов лапилли, гравия и песков. Слои залегают друг на друге без промежуточных горизонтов. Можно полагать, что это было одно мощное кратковременное извержение либо серия коротких быстро следовавших друг за другом извержений. Изопахиты тефры представлены на рис. 4. Общий объем материала составил  $0,06 \text{ км}^3$ .

Ритм СВІІІ начинается горизонтом взрывных отложений — коричневатых желтых песков с дресвой, содержащих обломки лав и измененных пород. Ювенильный материал представлен лапилли. Мощность отложений вблизи конуса составляет 10—15 см. Выше залегает мощная пачка плотных базальтовых лапилли, которая у подножия конуса включает бомбы до 20—30 см в диаметре. Тефра не стратифицирована и отвечает одному крупному извержению. Пирокластика выпала в узком секторе (см. рис. 4): ее объем составил  $0,14 \text{ км}^3$ .

Тефра ритмов СВІІІ и СВІІІІ, суммарная мощность которых у подножия Кихпиныча достигает несколько метров, образует здесь обширные черные шлаковые поля. Эта же тефра в виде вулканического гравия и песка покрывает большую площадь к северу от вулкана.

**Радиоуглеродное датирование. Возраст вулкана.** Датирование пирокластических отложений производилось радиоуглеродным методом по углям, древесине и погребенным почвам (табл. 1, рис. 3).

Материал для датирования отбирался как у подножия вулкана, так и в разрезах на обширной территории от Кроноцкого озера до кальдеры Узон. Однако во всех случаях привязка взятого образца надежно определялась положением его относительно маркирующих пачек грубой тефры или прослоев пеплов дальнего разноса. Проведенная корреляция таких маркирующих слоев в пределах всей территории позволила перенести даты с частных разрезов на сводную колонку вулкана Кихпиныч.

Для реконструкции голоценовой истории вулкана Кихпиныч наибольший интерес представляют даты, позволяющие определить время первичных извержений каждого из его конусов и даты, фиксирующие начала ритмов активности конуса Савича.

Однозначных данных для суждения о времени начальных извержений конуса Западный не имеется, поскольку органика непосредственно под

Радиоуглеродные даты для отложений почвенно-пирокластического чехла подножия вулкана Кихпинич

Дата	№ образца	Материал, взятый для датирования	Местонахождение разреза	К какому событию в истории вулкана относится дата
540±120	ИВ-332	Нижняя часть современной почвы	Узон, т. 80024	Последний период покоя
650±100	ИВ-315	Древесина из почвы, подстилающей тефру ритма СВIV	Вулкан Крашенинникова, т. 80015	Период покоя конца ритма СВIII
1110±180	ИВ-365	Древесина, погребенная шлаком начала ритма СВIII	Вулкан Кихпинич, т. 81079	Период покоя ритма СВII
900±100	ИВ-370	Почва внутри тефры ритма СВII	То же, т. 81074	
900±60	ИВ-371	Почва (верхний гумусовый горизонт), разделяющая тефру ритмов СВII и СВИ	т. 81074	Период покоя конца ритма СВИ
1300±120	ИВ-313	Уголь из той же почвы	Исток р. Кроноцкой, т. 80014	
1490±80	ИВ-316	Почва (верхний гумусовый горизонт над слоем пепла 3), перекрытая тефрой ритма СВИ	Вулкан Крашенинникова, т. 80015	
1420±50	ИВ-372	Та же почва (два гумусовых горизонта, разделенных слоем пепла 3)	То же	
1530±30	ГИН-3026	Та же почва, нижний горизонт между пеплами 3 и 4	Исток р. Кроноцкой, т. 80014	

6

Таблица 1 (окончание)

Дата	№ образца	Материал, взятый для датирования	Местонахождение разреза	К какому событию в истории вулкана относится дата
2240±60	ГИН-3023	Почва между пачками тефры вулкана Крашенинникова	Вулкан Крашенинникова, т. 81721	Период покоя между формированием конусов Западный и Савича
2440±70	ИВ-295	То же	т. 81015	
2990±40	ГИН-3022	Почва между тефрой вулкана Крашенинникова и Сопочкой Дуга	т. 80640	
3070±100	ИВ-295	Почва между тефрой Сопочки Дуга и слоем пепла 5		
3260±100	ИВ-310	Почва с рассеянными мелкими углями под слоем пепла 5		
4320±110	ГИН-3020	Почва между тефрой конуса Западный и слоем пепла 6	Вулкан Крашенинникова, т. 81691	Период покоя, предшествовавший формированию вулкана Кихпинич
4550±100	ИВ-330	Почва, включающая слой пепла 6	Узон, т. 80024	
6960±80	ИВ-319	Мелкие рассеянные угли в слое пепла 8	Вулкан Крашенинникова, т. 80015	
7600±400	ГИН-3019	Мелкие рассеянные угли в слое пепла 9	т. 81713	
7700±200	ГИН-844	Угли в основании пирокластики кальдеры вулкана Карымского (слой пепла 10)	Вулкан Карымский, т. 28	

Примечание. ИВ — Институт вулканологии, ГИН — Геологический институт.

его шлаками не обнаружена. Установлен возраст гумусированного горизонта, залегающего в супесях существенно ниже этой пироклаستيку. Можно с определенностью считать, что конус Западный моложе 4300  $^{14}\text{C}$  лет и с некоторой долей условности принимать радиоуглеродный возраст его начальных извержений около 4000 лет назад. Согласно поправкам к радиоуглеродному возрасту [1], в календарном летоисчислении вулкан возник около 4500 л. н. Судя по радиоуглеродным датам, полученным для горизонтов, залегающих выше пироклаستيку конуса Западный, его деятельность завершилась около 3500  $^{14}\text{C}$  лет назад (около 4000—4200 лет назад в календарном летоисчислении). Таким образом, максимальная длительность эруптивной активности вулкана и формирования его конуса составила не более 500 лет, однако, судя по тому, что тефра отвечает всего нескольким крупным извержениям, разделенным коротким интервалом покоя, можно предполагать, что этот период был еще короче — всего 200—300 лет.

Для определения возраста конуса Савича важны даты почвенных горизонтов; непосредственно подстилающих пирокластику его начальных извержений. Они достаточно близки (см. табл. 1 и рис. 3) и минимальные значения для них составляют около 1400 лет (поправки к  $^{14}\text{C}$  возрасту для отрезка времени моложе 1500 лет назад не учитываются, так как они не более 25—30 лет и заведомо меньше нашего округления значений возраста). В период, разделяющий формирование конусов Западный и Савича возник шлаковый конус Сопочка Дуга,  $^{14}\text{C}$  возраст которой составляет 3000 лет (см. табл. 1).

Даты в верхней части разреза не всегда согласуются между собой. Хорошую последовательность по разрезу показывают даты по углям и древесине—1800, 1100, 650 лет соответственно под пирокластикой ритмов СВП, СВШ, СВІV. Даты по погребенным почвам оказываются моложе, чем даты по углям и древесине, причем заведомо разновозрастные почвы имеют одинаковые значения возраста — около 900 лет. По-видимому, омоложение дат связано с загрязнением молодым углеродом в процессе фильтрации поверхностных вод в толще рыхлых шлаков и песков, слагающих верхнюю часть разрезов. Значения же возраста для почв под слабопроницаемой уплотненной пирокластикой ритма СВІ такого омоложения не показывают. Поэтому мы используем для верхней части разреза даты, полученные по углям и древесине. На основании этих датировок можно полагать, что ритм СВІ начался ~ 1400, СВП — ~ 1300, СВШ— ~ 1000—1100 и СВІV— ~ 600 лет назад.

Если рассматривать голоценовые образования массива Кихпиньч как самостоятельный вулкан (о чем говорилось выше), то Молодой Кихпиньч является самым молодым стратовулканом Восточной вулканической зоны Камчатки (начало формирования около 4000  $^{14}\text{C}$  лет назад). Другие действующие вулканы этой зоны возникли раньше него—вулканы Кроноцкий, Корякский и Авачинский в позднем плейстоцене, самый молодой конус Малый Семьячика — 7400, северный (самый молодой) конус вулкана Крашенинникова - ~ 500, вулкан Карымский — 5300  $^{14}\text{C}$  лет назад.

Датирование лавовых потоков. Датирование лавовых потоков производилось по методике, широко применяемой нами в районах активного вулканизма [3, 4]. На лавовых потоках были взяты разрезы перекрывающей их тефры (рис. 5) и сопоставлены с общим разрезом пирокластических отложений подножия вулкана. Таким образом было определено место лавовых потоков в общем разрезе тефры, для которого имеются радиоуглеродные даты (см. рис. 3).

Определено пять возрастных групп лавовых потоков и дана оценка примерного времени их излияния (см. рис. 2). I группа включает потоки конуса Западный, II—IV — потоки конуса Савича.

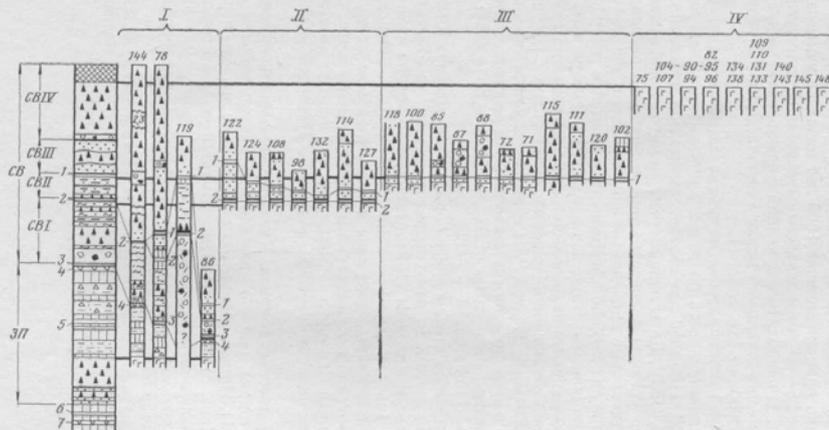


Рис. 5

Рис. 5. Разрезы тephры на лавовых потоках вулкана Кичпинич. I—IV — возрастные группы потоков. Условные обозначения см. на рис. 3.

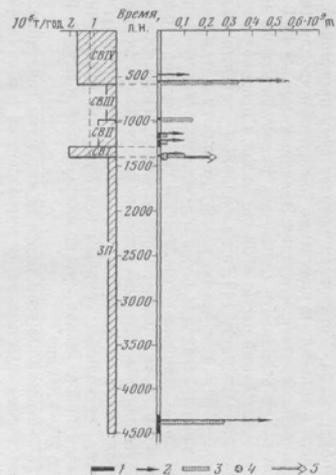


Рис. 6

Рис. 6. Активность вулкана Молодой Кичпинич. 1 — периоды активизации вулкана, 2 — излияния лавовых потоков, 3 — эксплозивная активность, 4 — образование крупного взрывного кратера, 5 — взрыв, образование лахаров (стрелка внемасштабная). Прочие обозначения см. рис. 3.

Основная часть потоков конуса Западный излилась во время его заключительных извержений. Лавовые потоки начальных извержений оказались погребенными и отмечены в единичных случаях в разрезах бортов Сухой реки близ т. 77. Лавовые потоки II, III и большинство потоков IV возрастных групп излилось из вершинного кратера конуса Савича. Однако в последней группе имеются такие же потоки побочных извержений из бокк, расположенных на северном склоне конуса (см. рис. 2). Самые молодые лавовые потоки V группы связаны с эруптивным центром Краб. Потоки Краба перекрывают как наиболее молодые потоки самого конуса Савича, так и его побочных излияний.

**Сводный разрез отложений вулкана. Циклы активности.** В сводном разрезе (рис. 3), включающем как пирокластику, так и эффузивные образования, выделяются два комплекса отложений, отвечающих двум главным циклам в голоценовой активности вулкана Кихпиныч. Первый цикл (ЗП) включает период эруптивной активности конуса Западный и последовавший за этим период покоя. Общая длительность цикла составила около 3000 лет (начало 4500, окончание 1400 лет назад).

Второй, незавершенный, цикл активности (СВ) включает период формирования конуса Савича с момента его возникновения (1400 лет назад) до настоящего времени. Он состоит из нескольких более коротких пульсаций вулканической активности (ритмы СВИ—СВIV) и оканчивается периодом покоя. Излияния лав обычно приурочены к заключительным извержениям ритмов. Длительность ритмов составляет первые сотни лет: СВИ—100, СВII—200, СВIII—400, СВIV—600 лет.

Труднее определить продолжительность периодов покоя в конце каждого ритма. Ее можно ориентировочно оценить по длительности формирования почвы, подстилающей тефру ритма СВИ, которая, исходя из дат для ее нижнего и верхнего гумусовых горизонтов, составила около 100—150 лет. Аналогичная длительность формирования устанавливается и для почвы конца ритма СВИ (длительность ритма 100 лет, из которых большая часть падает на образование почвы). Продолжительность периода покоя конца ритма СВИ составила, по-видимому, также около 100—150 лет, судя по мощности почвы, образовавшейся в сходных условиях. Сложнее оценить период покоя конца ритма СВIII. Исходя из характера тефры, свидетельствующего о кратковременной эксплозивной активности, можно полагать, что при общей длительности ритма 400—500 лет главная его часть падает на период покоя — около 400 лет. Малая мощность почвы конца ритма объясняется, вероятно, тем, что формирование ее на мощных грубых шлаках было очень замедленным.

Таким образом, устанавливается, что при длительности ритмов 100—600 лет основная их часть приходилась на периоды покоя, которые составляли 100—400 лет. Эруптивная активность проявлялась либо в виде отдельных крупных извержений, либо в виде коротких периодов активизации из серии таких извержений. Крупнейшие извержения конуса Савича имели место 1400, 1000, 600 лет назад.

Для циклов ЗП и СВ, а также для отдельных ритмов цикла СВ было подсчитано количество извергнутых продуктов и оценена интенсивность выноса вещества (табл. 2, рис. 6).

Состав продуктов вулкана Кихпиныч отражен в табл. 3, а изменения содержания  $\text{SiO}_2$  за время его деятельности показаны на рис. 3. Вулканы представлены базальтами и андезитобазальтами, обедненными калием, что типично для пород фронтальной части Восточного вулканического пояса [11]. Содержание  $\text{SiO}_2$  в лавах и тефре колеблется в пределах 50—55%.

По минеральному и петрографическому составу продукты вулкана Молодой Кихпиныч достаточно однородны на протяжении всей его истории. Это типичные оливин-двупироксеновые базальты и андезитобазальты с порфировой структурой. Структура основной массы обычно интер-

Таблица 2

## Продуктивность вулкана Кихпиныч

Циклы и ритм активности	Пирокластика		Лава		Общее количество материала		Интенсивность выноса вещества, $10^9$ т/год
	V, км <sup>3</sup>	m, 10 <sup>9</sup> т	V, км <sup>3</sup>	m, 10 <sup>9</sup> т	V, км <sup>3</sup>	m, 10 <sup>9</sup> т	
СВ СВIV	0,21	0,34	0,30	0,69	0,51	1,03	1,7
СВIII	0,10	0,14	—	—	0,1	0,14	0,4
СВII	0,03	0,04	0,08	0,19	0,11	0,23	0,8
СВI	0,06	0,1	0,04	0,10	0,1	0,2	2,0
Σ	0,40	0,62	0,42	0,98	0,82	1,6	1,1
ЗП	0,20	0,28	0,20	0,50	0,40	0,78	0,3

серпальная, реже гиалопилитовая, иногда пилотакситовая. Среди фенокристаллов преобладает плагиоклаз; оливин и пироксены обычно содержатся в равных количествах. Встречаются разности с малым содержанием оливина. Микролиты представлены плагиоклазом, оливином, пироксеном и рудными минералами. Вулканическое стекло, как правило, бурого цвета, полуразложившееся. Андезитобазальты Краба отличаются резким преобладанием плагиоклазов, практически полным отсутствием оливина и наличием редких кристаллов пироксена.

**История формирования вулкана.** Главные события этой истории отражены в табл. 3 и на рис. 6. Вулкан Молодой Кихпиныч возник во второй половине голоцена на древнем массиве стратовулкана Пик после длительного временного перерыва. Его более древний конус — Западный — начал формироваться около 4500 лет назад. Эруптивная деятельность включала как интенсивную эксплозивную активность, так и излияния лав. Наиболее крупным было заключительное звержение с выбросом грубой тefры и излиянием многочисленных авовых потоков. За 200—500 лет (?) вулкан построил конус, который к концу периода активизации достиг, видимо, предельной высоты (1500 м). Реконструкция вулкана на это время дана на рис. 7. Объем родуктов конуса Западный составил около 0,4 км<sup>3</sup>, их масса 0,8-10<sup>9</sup> т, причем ольшая часть вулканитов вынесена на поверхность во время заключительного извержения. Коэффициент эксплозивное<sup>TM</sup> был равен 50%. Вулканический цикл завершился периодом покоя, родолжавшимся примерно 2500—3000 лет.

Вулканическая активность возобновилась 1400 л. н. и началась с мощного взрыва, образовавшего кратер размером 1,5X0,6 км. Взрывом был разрушен массив вулкана Пик и восточная часть конуса Западный. В настоящее время морфологически выражены северная и западная стенки кратера, восточная и южная перекрыты молодыми вулканитами. За взрывом последовала напряженная эксплозивная активность, в процессе которой в возникшем кратере начал расти конус Савича. Эруптивный канал вулкана сместился по отношению к каналу конуса Западный на 500 м к востоку. Эксплозивная активность выразилась в серии быстро следовавших друг за другом извержений, последнее из которых сопровождалось излиянием лавовых потоков. За коротким периодом эруптивной деятельности (возможно, даже не серия звержений, а одно извержение) последовал период покоя, на который приходится большая часть времени ритма.СВI. Реконструкция вулкана а конец этого ритма представлена на рис. 8. Конус Савича располагался кратере, имел небольшие размеры, подножие его. было закрыто взрывными отложениями, которые частично перекрывались лавовыми потоками. Общий объем вынесенного ювенильного материала составил ,1 км<sup>3</sup>. Лава и пирокластика поставлялись примерно в равных количествах (см. табл. 2).

Новая активизация вулкана произошла около 1300 лет назад (ритм СВII). Она началась эксплозивным извержением с выбросом вулкани-

## История формирования вулкана Молодой Кихпинич

Отложения почвенно-пирокластического чехла подножия вулкана	Лавовые потоки (возрастные группы)	Состав изверженного материала	Возрастной рубеж, лет назад	Циклы и ритмы активности	Вулканическая активность	Изверженные продукты		
						км³	10³ т	
Отложения времени формирования конуса Савича	Современная почва Тефра ритма СВIV: 1) бомбы и лапилли 2) взрывные отложения	Потоки Краба IV	Андезитобазальт	600	СВIV	Образование эфузивного купола Краб. Взрыв с выбросом резургентного материала, мощное эксплозивное извержение, излияние серии лавовых потоков	0,51	1,03
	Супесь слабогумусированная Тефра ритма СВIII: стратифицированная тефра: лапилли и бомбы шлака, вулканические гравий и песок		Базальт	1000	СВIII	Эксплозивные извержения, накопление тефры на склонах и у подножия вулкана	0,1	0,14
	Почва с прослоем белого тонкого пепла (слой 1) Тефра ритма СВII 1) неясно-стратифицированные вулканические пески, горизонты вулканического гравия; 2) в средней части прослой слабогумусированной супеси	III	Базальт, андезитобазальт	1300	СВII	Постоянная слабая эксплозивная активность, разделенная коротким периодом покоя; излияния лавовых потоков	0,11	0,23
						Формирование конуса Савича		

Таблица 3 (окончание)

Отложения почвенно-пирокластического чехла подножия вулкана	Лавовые потоки (возрастные группы)	Состав изверженного материала	Возрастной рубеж, лет назад	Циклы и ритмы активности	Вулканическая активность	Изверженные продукты		
						км³	10³ т	
Отложения времени формирования конуса Савича	Почва с прослоем палевого тонкого пепла (слой 2) Тефра ритма СВИ: 1) лапилли, вулканические гравий и песок, постоянная примесь резургентного материала 2) взрывные грубообломочные отложения	II	Андезитобазальт	1400	СВИ	Начало роста конуса Савича, напряженная эксплозивная активность, излияния лавовых потоков Взрыв с частичным разрушением построек вулкана Пик и конуса Западный; образование крупного кратера	0,1	0,20
	Супеси, в верхней части гумусированные, с маркирующими прослоями тонкого палевого (слой 3) и сизого (слой 4) пеплов и желтого вулканического песка (слой 4); пачки тефры вулкана Крашенинникова Тефра конуса Западный: бомбы и лапилли шлака, вулканические гравий и песок	I	Базальт, андезитобазальт	4500	ЗП	Формирование конуса Западный: эксплозивная активность, излияния лавовых потоков	0,4	~0,8
	Супеси с пачками тефры вулкана Крашенинникова и горизонтами тонких вулканических пеплов (слой 6—12)							
						Формирование конуса Савича		

ческого шлака, а затем на протяжении 150—200 лет отмечалась постоянная эксплозивная активность в виде серии частых слабых извержений, с небольшим перерывом в середине периода активизации. Эксплозивная деятельность сопровождалась излиянием лавовых потоков. Общий объем изверженного материала составил  $0,11 \text{ км}^3$ , причем большая часть продуктов приходилась на лавы (табл. 2). Затем последовал период покоя продолжительностью около 100 лет.

Следующая вспышка активности (ритм СВIII) началась около 1000—1100 лет назад. Вулканическая деятельность состояла из серии сильных быстро следовавших друг за другом извержений (возможно, было одно мощное эксплозивное извержение). Излияний лавовых потоков не происходило. Объем материала, представленного в основном шлаками, составил  $0,1 \text{ км}^3$ , т. е. примерно столько, сколько вся пирокластика двух первых ритмов. Конус вулкана существенно увеличил свою высоту.

После 300—400-летнего периода покоя новый ритм (СВIV) начался 600 лет назад взрывом с выбросом резургентного материала. Затем произошло извержение грубой ювенильной тефры, которое завершилось излиянием лавовых потоков из центрального кратера. К этому времени конус Савича заполнил всю северную часть кратера, и лавы начали свободно переливаться через восточный его борт. Общий объем вынесенного материала составил  $0,46 \text{ км}^3$ . За это извержение было выброшено столько же пироклаستيки, сколько за весь предшествующий период деятельности вулкана (ритмы СВИ—СВIII), а объем лав вдвое превышал объем эффузивов того же этапа. Конус Савича к концу периода активизации достиг предельной высоты, аналогичной высоте конуса Западный. Свидетельство этого — появление побочных излияний лавы из бокк на северном склоне конуса Савича.

С заключительным извержением Кихпиныча связано образование эффузивного купола Краб. Возникновение нового эруптивного центра, канал которого сместился к востоку еще на 500 м, дало выход магме на более низком гипсометрическом уровне и, возможно, отделялось некоторым временным интервалом от извержений конуса Савича. Морфология и мощность потоков Краба указывают на их большую вязкость по сравнению с потоками конуса Савича. Объем лав Краба составил  $0,05 \text{ км}^3$ . Извержение, по-видимому, имело место всего несколько сот лет назад.

На рис. 6 показана интенсивность выноса вещества вулканом Кихпиныч. В левой части рисунка видно, что интенсивность выноса за цикл СВ почти в 3 раза выше, чем за цикл ЗП, тогда как общее количество продуктов конуса Савича всего вдвое больше, чем конуса Западный. Повышенные значения интенсивности для цикла СВ связаны с меньшей длительностью этого цикла (1400 лет) по сравнению с циклом ЗП (3100 лет). По-видимому, вулкан находится в настоящее время только в начале периода покоя цикла СВ, и в таком случае при расчете на полную длительность цикла (которая сейчас нам неизвестна) мы бы, возможно, получили значения, сопоставимые с циклом ЗП. Если же сравнить интенсивность выноса вещества только за периоды вулканической активизации в циклах ЗП (200—300 лет) и СВ (около 400 лет), то она оказывается близкой ( $3\text{—}4 \times 10^6$  и  $4 \times 10^6$  т/год соответственно).

Сравнение выноса вещества по ритмам цикла СВ показывает, что общее количество материала периодов активизации первых трех ритмов сопоставимо. В течение же последнего ритма за одно крупное извержение конуса Савича материала вынесено почти в 2 раза больше, чем за все предшествовавшие три ритма. Это объясняется длительным периодом покоя перед извержением начала ритма СВIV. Что же касается интенсивности выноса вещества, то она была максимальной для начального этапа формирования конуса Савича (ритм СВИ).

История формирования Молодого Кихпиныча является хорошей иллюстрацией развития вулкана, достигающего на определенном этапе

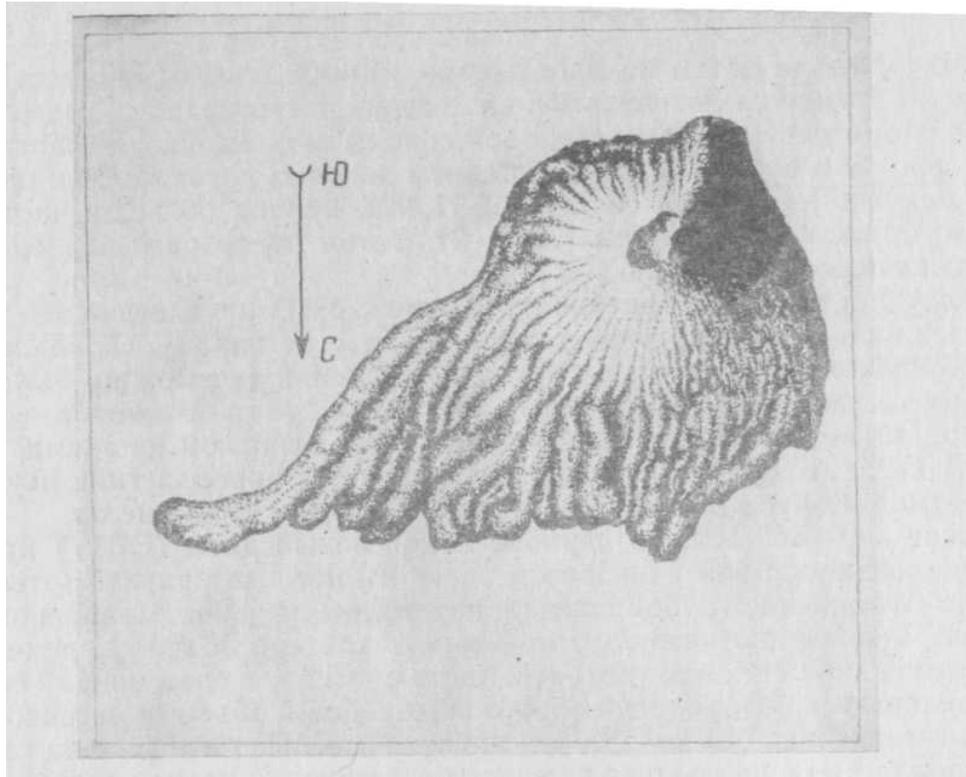


Рис. 7. Реконструкция конуса Западный в конце его формирования (около 4000—4200 лет назад)

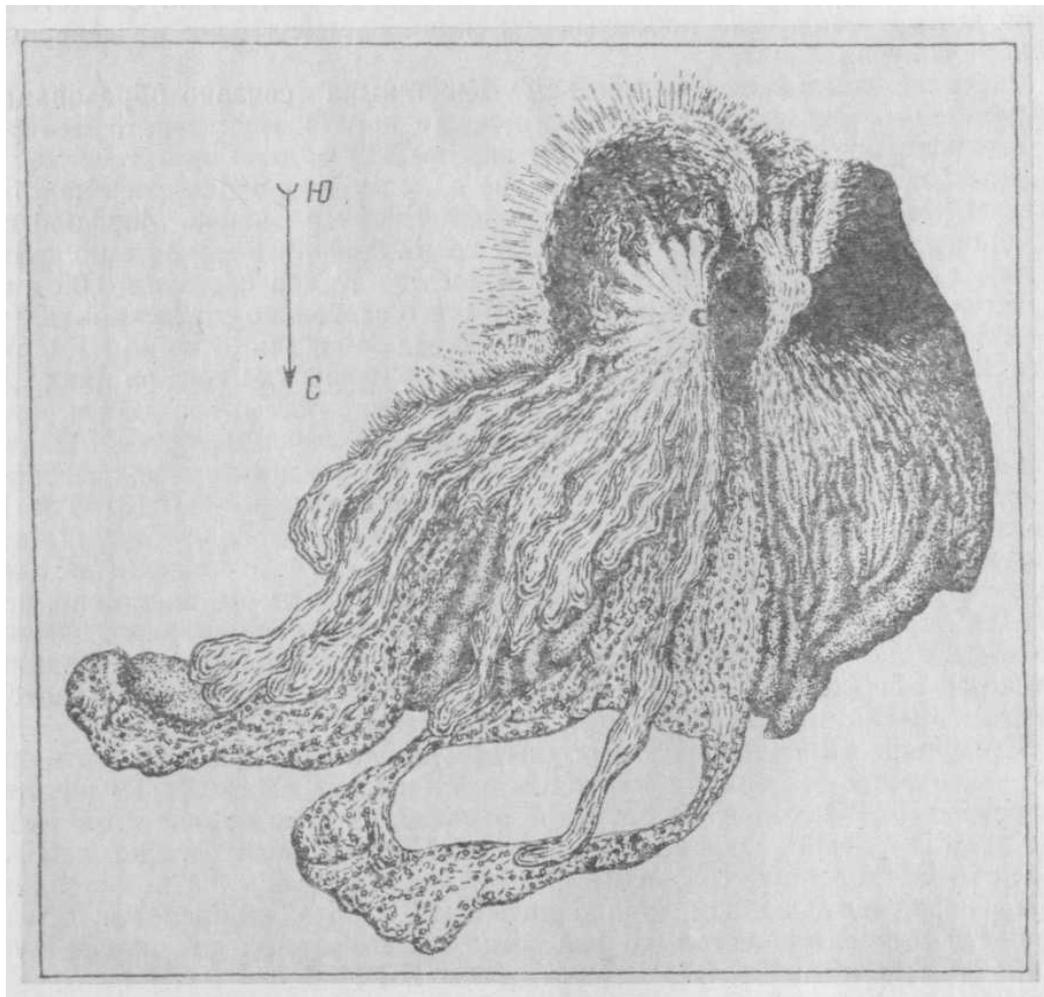


Рис. 8. Реконструкция конуса Савича во время окончания ритма СВІ — около 1350 лет назад (условные обозначения см. на рис. 2)

предела роста в высоту, что требует обеспечения возможности выхода магмы на более низких гипсометрических уровнях [8, 9]. При продолжении вулканизма в условиях предельной высоты конуса в конце цикла активности это достигается образованием побочных прорывов, и в начале следующего цикла, после периода покоя,— смещением канала на новое место или снижением высоты вулкана путем разрушения его постройки взрывом [12]. В деятельности вулкана Кихпиныч проявились все эти способы. По достижении предельной высоты конусом Западный в начале нового цикла постройка вулкана была разрушена взрывом, произошло смещение канала и формирование в образовавшемся кратере конуса Савича. Конус Савича, достигнув предельной высоты, далее обеспечивал подачу материала через побочные извержения, а затем произошло смещение канала вулкана с образованием нового эруптивного центра у его восточного подножия.

Поскольку конус Савича достиг предельной высоты, то, вероятнее всего, что он сейчас пребывает в состоянии покоя, завершающего цикл СВ. В таком случае по аналогии с предшествующим циклом ЗП можно предполагать, что период покоя продлится достаточно долго (1—2 тыс. лет). Однако все же нельзя полностью исключать возможность того, что современный период покоя представляет перерыв в ходе нормальной деятельности конуса Савича, поскольку перерыв в 400 лет уже имел место на протяжении его активности. В таком случае извержение вулкана, напротив, может произойти в ближайшее время. В любом случае оно будет достаточно мощным, поскольку состояние покоя длится долго. Вулканический процесс будет реализовываться следующими возможными способами: 1) эксплозивная активность вершинного кратера и излияния лав из побочных прорывов, 2) разрушение вершины вулкана взрывом и достраивание его до прежней высоты в процессе интенсивной вулканической активности с выбросами тефры и излияниями лавовых потоков.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Арсланов Х. А. О поправках к радиоуглеродному возрасту.— *Геохимия*, 1978, № 8.
2. 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, № 54, с. 41—53.
3. Брайцева О. А., Егорова И. А., Несмачный И. А., Селянгин О. Б., Сулержицкий Л. Д. Тефрохронологическое датирование лавовых комплексов и реконструкция истории формирования современного вулкана.— Бюл. вулканол. станций, 1978, № 55.
4. Брайцева О. А., Мелекесцев И. В., Пономарева В. В., Литасова С. И., Сулержицкий Л. Д. Тефрохронологические и геохронологические исследования Толбачинской региональной зоны шлаковых конусов.— *Вулканология и сейсмология*, 1981, № 3, с. 14—28.
5. Влодавец В. И. Вулканы Советского Союза. М.: Географгиз, 1949. 161 с.
6. Заварицкий А. Н. Вулканы Камчатки.— *Тр. лабор. вулканологии*, 1955, вып. 10.
7. Каталог действующих вулканов СССР.— Бюл. вулканол. станций, 1957, № 25, 177 с.
8. Масуренков Ю. П. Геодинамика и эволюционные ряды предельных вулканов.— В кн.: *Геодинамика вулканизма и гидротермального процесса*. Петропавловск-Камчатский, 1974, с. 12.
9. Масуренков Ю. П. Предельные вулканы, гидростатистика и закономерности радиального распределения магм.— В кн.: *Магмообразование и его отражение в вулканическом процессе*. М.: Наука, 1977, с. 5—25.
10. Набоко С. И. Вулкан Кихпиныч и его состояние в августе 1951 г.— Бюл. вулканол. станций, 1954, № 20, с. 52—60.
11. Набоко С. И. Петрохимические особенности молодых и современных лав Камчатки.— В кн.: *Петрохимические особенности молодого вулканизма*. М.: Изд-во АН СССР, 1963, с. 24—35.
12. Селянгин О. Б., Брайцева О. А. Закономерности развития вулкана по данным геологических и тефрохронологических исследований.— В кн.: *Тез. докл. V Всес. вулканол. совещание, 2-й симпозиум «Современный вулканизм и связанные с ним геологические, геофизические и геохимические явления»*. Тбилиси, 1980, с. 190—191.